This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

D 406891

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

COMITÉ SUPÉRIEUR DE RÉDACTION

DU GÉNIE CIVIL

MM.

L. BACLÉ, ✱, Ingénieur civil des Mines, ancien élève de l'École Polytechnique.

F.-D. BARBIER, O. ✱, Ingénieur, Constructeur de phares.

Georges BERGER, G.-O. ✱, ancien Directeur général de l'exploitation de l'Exposition universelle de 1889, Président honoraire de la Société internationale des Électriciens.

R. BISCHOFFSHEIM, ✱, Ingénieur civil, Membre de l'Institut.

BIVER, ✱, Ingénieur, Administrateur de la Compagnie de Saint-Gobain, Chauny et Cirey.

P. BODIN, ✱, Ingénieur, Professeur du cours de Construction de machines à l'École Centrale, Président de la Société des Ingénieurs civils de France.

BOURDAIS, O. ✱, Architecte du Palais du Trocadéro, ancien Vice-Président de la Société des Ingénieurs civils de France.

Ch. BOURDON, O. ✱, Ingénieur, Professeur du cours de Machines à vapeur à l'École Centrale

G. du BOUSQUET, O. ✱, Ingénieur en chef du matériel et de la traction du Chemin de fer du Nord, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France.

BOUTILLIER, O. ✱, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, Professeur du cours de Travaux publics à l'École Centrale, ancien Professeur à l'École des Ponts et Chaussées.

G. BRESSON, Ingénieur civil des Mines.

P. BUQUET, O. ✱, Directeur de l'École Centrale des Arts et Manufactures, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France et de l'Association amicale des anciens élèves de l'École Centrale.

E. CACHEUX, ✱, Président honoraire de la Société française d'hygiène.

CAUVET, C. ✱, ancien Directeur de l'École Centrale des Arts et Manufactures.

H. COURIOT, ✱, Ingénieur, Professeur du cours d'Exploitation des mines à l'École Centrale, Vice-Président de la Société des Ingénieurs civils de France.

Marcel DEPREZ, O. ✱, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France et au Conservatoire des Arts et Métiers.

A. DOUMERC, ✱, Ingénieur civil.

Alfred ÉVRARD, ✱, ancien Directeur général de la Compagnie des forges de Châtillon et Commentry.

Joseph FARCOT, O. ✱, Ingénieur-Constructeur, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France.

A. FICHET, Ingénieur civil.

J. FLEURY, ✱, Ingénieur civil, ancien Vice-Président de la Société des Ingénieurs civils de France.

G. FORESTIER, O. ✱, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Professeur du cours de Routes à l'École des Ponts et Chaussées.

MM.

G. FRIBOURG, O. ✱, Inspecteur général des Postes et Télégraphes en retraite.

J. GROUVELLE, ✱, Ingénieur, Professeur du cours de Physique industrielle à l'École Centrale.

HUDELO, ✱, Ingénieur civil, Membre de la Commission des logements insalubres.

Joseph IMBS, ✱, Ingénieur, Professeur du cours de Filature et de Tissage au Conservatoire des Arts et Métiers.

JACQUEMART, O. ✱, Ingénieur civil des Mines, Inspecteur général des Écoles d'Arts et Métiers et de l'Enseignement technique.

LAUTH, O. ✱, Directeur de l'École de physique et de chimie de la Ville de Paris, Administrateur honoraire de la Manufacture nationale de porcelaine de Sèvres.

H. LÉAUTÉ, O. ✱, Membre de l'Institut, Ingénieur des Manufactures de l'État, Professeur à l'École Polytechnique.

LEVASSEUR, C. ✱, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France et au Conservatoire des Arts et Métiers.

LE VERRIER, ✱, Ingénieur en chef des Mines, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

Maurice LÉVY, O. ✱, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Professeur du cours de Mécanique appliquée à l'École Centrale, Professeur au Collège de France.

Ed. LIPPMANN, ✱, Ingénieur civil, ancien Répétiteur à l'École Centrale, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France.

A. LOREAU, ✱, Manufacturier, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France, Régent de la Banque de France.

NIVOIT, O. ✱, Inspecteur général des Mines, Professeur du cours de Géologie et de Minéralogie à l'École des Ponts et Chaussées.

Michel PELLETIER, O. ✱, Avocat à la Cour d'appel de Paris, Professeur du cours de Législation industrielle à l'École Centrale.

S. PÉRISSÉ, O. ✱, Ingénieur civil, Président honoraire de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail.

Al. POURCEL, ancien Directeur technique des Hauts Fourneaux et Aciéries de Terrenoire, des Forges et Aciéries de Bilbao, et des Aciéries de Port-Clarence.

RICHEMOND, C. ✱, Administrateur de la Société centrale de construction de machines de Pantin, ancien Président du Tribunal de Commerce de la Seine, Régent de la Banque de France.

G. RICHOU, ✱, Ingénieur civil.

RISLER, C. ✱, Directeur honoraire de l'Institut national agronomique.

T. SEYRIG, Ingénieur-Constructeur.

Émile TRÉLAT, O. ✱, Directeur de l'École spéciale d'Architecture, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France.

F. VALTON, ✱, Ingénieur civil.

Camille VINCENT, ✱, Ingénieur civil, Lauréat de l'Institut, Professeur du cours de Chimie industrielle à l'École Centrale.

Ch. TALANSIER, Ingénieur des Arts et Manufactures, Administrateur-Délégué du *Génie Civil*.

Rédacteur en chef : **A. DUMAS**, Ingénieur des Arts et Manufactures.

AVIS DIVERS

La reproduction des articles et des dessins publiés dans le Génie Civil est interdite, sauf entente avec l'Administrateur de la Revue.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Les demandes de changement d'adresse doivent être accompagnées d'une bande-adresse du Journal et d'une somme de 50 centimes.

En cas de départ pour la province ou l'étranger, joindre aux frais de changement de bandes la différence du prix d'abonnement.

Les 42 volumes déjà parus sont en vente aux bureaux du Journal, ainsi que la IIe Table Générale des Matières (tomes XXI à XL). Celle des 20 premiers Volumes est épuisée.

Toutes les lettres et communications doivent être adressées

à M. **Ch. TALANSIER**, *Administrateur-Délégué* du **Génie Civil,**

6, rue de la Chaussée-d'Antin, à Paris.

Digitized by Google

LE

GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

INDUSTRIE — TRAVAUX PUBLICS — AGRICULTURE — ARCHITECTURE — HYGIÈNE
ÉCONOMIE POLITIQUE — SCIENCES — ARTS

Récompenses aux Expositions d'Électricité (Paris 1881),
d'Amsterdam (1883), de Nice (1884), d'Anvers (1885), de Barcelone (1888), de Lyon (1894), d'Anvers (1894),
Diplômes d'Honneur aux Expositions de Bordeaux (1895) et de Bruxelles (1897).
MÉDAILLE D'OR A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889
HORS CONCOURS A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

VINGT-TROISIÈME ANNÉE — TOME XLIII

DEUXIÈME SEMESTRE 1903

ADMINISTRATION & RÉDACTION
6, rue de la Chaussée-d'Antin, 6
PARIS (9e)

Digitized by Google

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 1. N° 1090. Samedi 2 Mai 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Le viaduc du Viaur sur la ligne de Carmaux à Rodez *(planche I)*, p. 1; Henry Martin. — **Métallurgie** : Recherches sur les aciers au nickel, p. 8; Léon Guillet. — **Mines** : Locomotives à benzine pour mines grisouteuses, p. 11; H. Schmerber. — **Variétés** : Décision de la Commission d'arbitrage de l'anthracite, aux États-Unis, p. 12; — Moteur à gaz compound, système Butler, p. 13; — Machine à vapeur à un seul tiroir rotatif, système Francke, p. 13.

Sociétés savantes et industrielles : Société des Ingénieurs civils (17 avril 1903), p. 14; — Académie des Sciences (20 avril 1903), p. 14.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 15; — Ouvrages récemment parus, p. 16.

Planche I : Le viaduc du Viaur : Dessins d'ensemble.

TRAVAUX PUBLICS

LE VIADUC DU VIAUR

sur la ligne de Carmaux à Rodez.

(Planche I.)

Historique. — Au mois de décembre dernier, la Compagnie des chemins de fer du Midi a mis en service la ligne de Carmaux à Rodez, dont l'étude avait été prescrite par une décision ministérielle datant de 1876.

Le grand obstacle à la construction de cette ligne résidait dans la présence de la vallée du Viaur qu'elle devait couper transversalement. Cette vallée, qui a une grande profondeur, est dépourvue de vallées secondaires transversales provenant d'affluents. D'autre part, les torrents qui aboutissent au Viaur ont un développement trop faible pour qu'en les suivant on puisse s'abaisser sensiblement et traverser ainsi la vallée principale à faible hauteur.

Bien que les pentes maxima admises pour le tracé eûssent été primitivement fixées à 25 millimètres par mètre, on se trouvait, malgré cela, dans l'obligation de traverser la vallée au moyen d'un viaduc de 82 mètres de hauteur.

Un premier projet de la ligne, rédigé dans ce sens, avait été présenté le 4 février 1878 à l'Administration supérieure. Ce projet fut approuvé et servit de base pour les enquêtes réglementaires en vue de la déclaration d'utilité publique.

A la suite de plusieurs autres projets étudiés suivant différents tracés, l'Administration adopta l'un d'entre eux, et la déclaration d'utilité publique eut lieu le 27 décembre 1879.

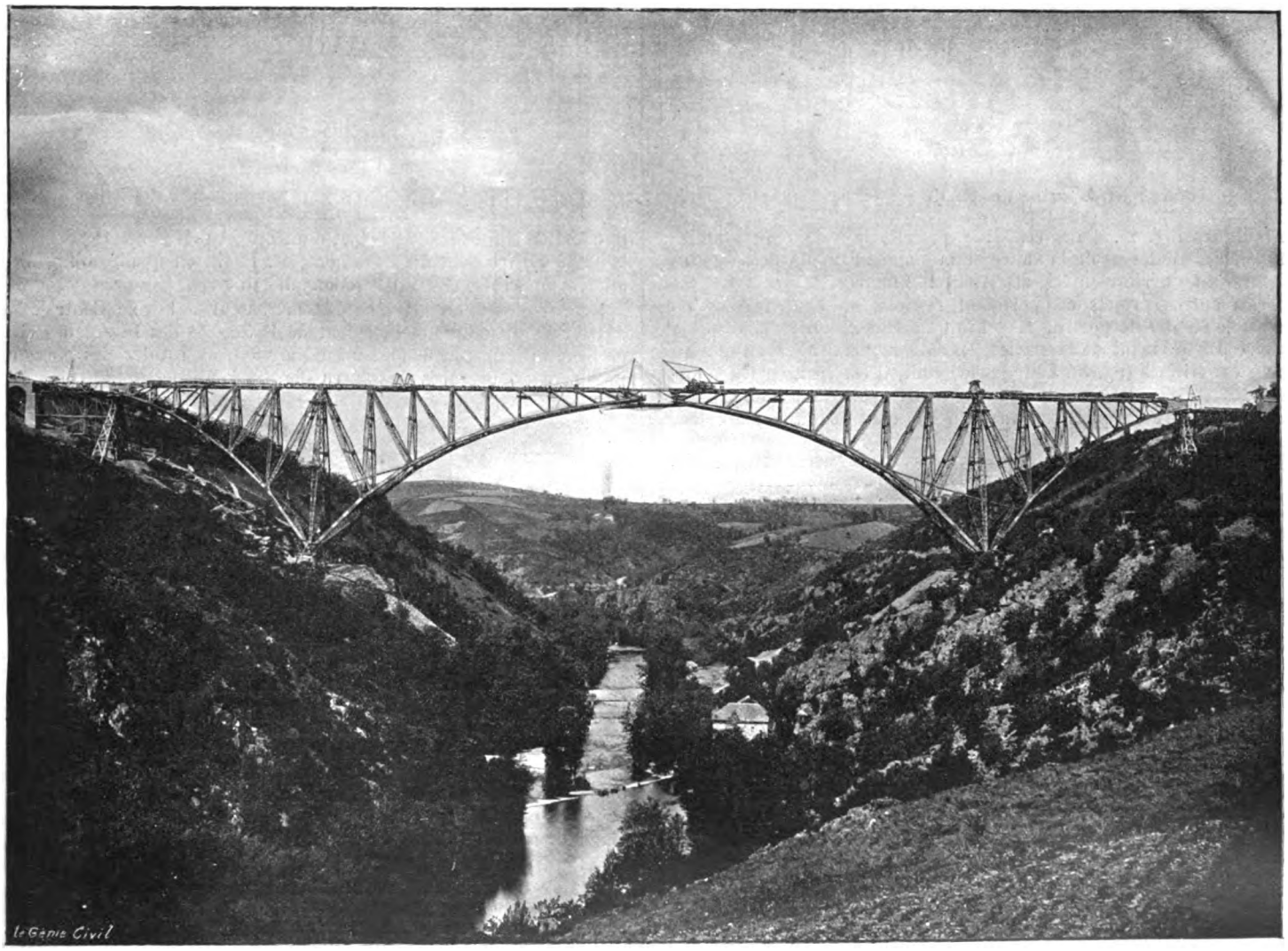


Fig. 1. — Le viaduc du Viaur : Vue d'ensemble de l'ouvrage, prise avant le clavage.

145103

Digitized by Google

Peu de temps après, M. l'Inspecteur général Croisette-Desnoyers avait appelé l'attention des Ingénieurs sur l'adoption, pour traverser la vallée du Viaur, d'un arc métallique analogue à celui qui avait été construit sur le Douro et à celui qui venait d'être approuvé en principe pour le viaduc de Garabit.

On entreprit alors de nouvelles études qui s'étendirent à tout le tracé, car le type d'arc indiqué, en permettant de traverser la vallée du Viaur à une plus grande hauteur, donnait la faculté d'abaisser de

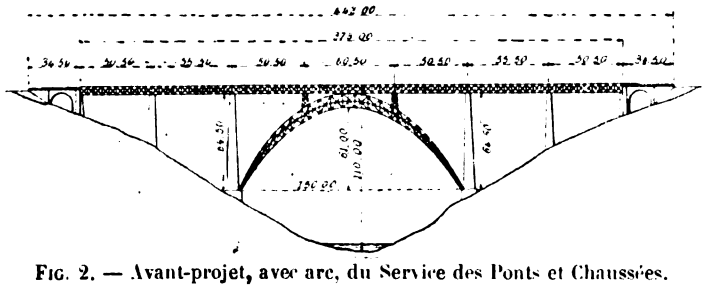


Fig. 2. — Avant-projet, avec arc, du Service des Ponts et Chaussées.

25 à 20 millimètres par mètre le maximum des déclivités. Il en résultait donc, pour l'exploitation, des avantages notables.

M. l'Ingénieur Berget, sous la direction de M. l'Ingénieur en chef Pacull, fut chargé d'étudier toute une série de viaducs pour la traversée de la vallée du Viaur et, le 31 août 1885, il présenta un certain nombre de solutions différentes.

Deux premiers projets n'étaient autre chose que des reproductions du viaduc de Garabit, c'est-à-dire des arcs à deux articulations servant d'appui à un tablier à poutres droites ; l'un d'entre eux comportait des piles en maçonnerie, tandis que l'autre était prévu avec des piles

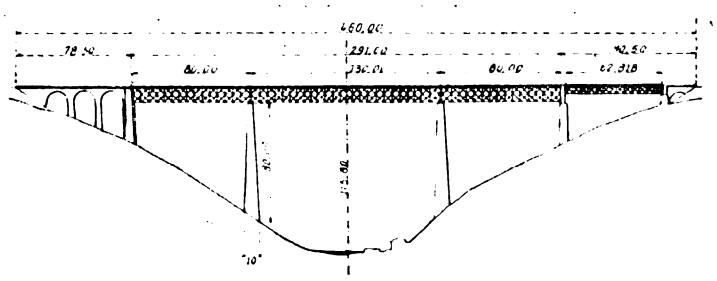


Fig. 3. — Avant-projet, à poutres droites, du Service des Ponts et Chaussées.

métalliques (fig. 2). Dans ces deux projets, la voie était établie à 110 mètres au-dessus de la vallée et la longueur totale de l'ouvrage, y compris les arrière-culées, atteignait 442 mètres.

Trois autres projets comportaient l'emploi de cinq travées continues de 66m 50 de portée. Il y avait également un sixième projet, inspiré par le viaduc de la Tardes (1), dans lequel il n'y avait que trois travées continues (fig. 3). Leur portée était, il est vrai, de 101 mètres pour les travées latérales et de 132 mètres pour la travée centrale, mais le nombre des piles (en maçonnerie) était réduit à deux; elles

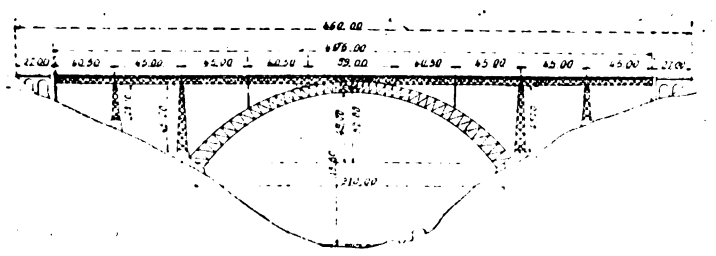


Fig. 4. — Projet présenté par M. Seyrig.

avaient, naturellement, une moins grande hauteur puisqu'elles étaient établies à flanc de coteau.

A la suite des discussions auxquelles donnèrent lieu les études de ces avant-projets, il fut reconnu qu'il y avait de grandes divergences entre les données ayant servi de base à leur élaboration. Il n'était donc possible de tirer de leur comparaison aucune conclusion.

M. l'Inspecteur général R. des Orgeries proposa alors d'ouvrir un concours entre divers constructeurs ayant fait leurs preuves. Ces derniers, en déposant leur projet, devaient prendre l'engagement de l'exécuter aux prix de son estimation.

Cette proposition fut acceptée par le Conseil général des Ponts et Chaussées et sanctionnée par une décision ministérielle en date du 18 janvier 1887. Une Commission chargée de l'examen des divers projets était nommée, en même temps, à Paris (2).

A la fin du mois de juillet 1887, date d'expiration du délai imposé, le Ministère des Travaux publics avait reçu sept soumissions : deux furent remises par la maison Eiffel, une par la Société des Ponts et Travaux en fer, deux par la maison Daydé et Pillé, une par M. Seyrig, et une par la Société de construction des Batignolles.

Ces divers projets furent examinés par la Commission nommée à cet effet, vérifiés par M. Berget, soumis à la Compagnie du Midi, et enfin discutés au Conseil général des Ponts et Chaussées.

Les projets présentés par la maison Eiffel, la Société des Ponts et

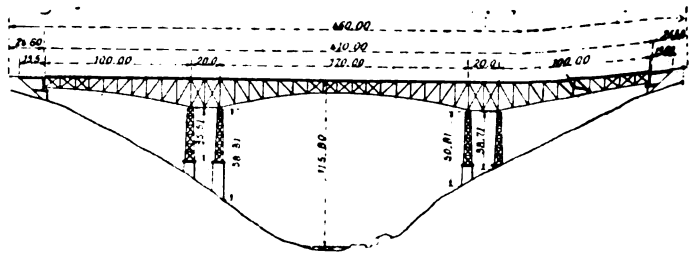


Fig. 5. — Projet présenté par MM. Daydé et Pillé.

Travaux en fer, ainsi que le premier des deux projets Daydé et Pillé, comportaient l'emploi de poutres droites continues supportées par des piles métalliques ou en maçonnerie. Le projet Seyrig (fig. 4) était une application de l'arc encastré. Le deuxième projet Daydé et Pillé consistait dans l'emploi d'une poutre continue pourvue de membrures inférieures courbes donnant au viaduc l'aspect d'un arc, bien qu'il fût dépourvu de poussée et qu'il fût, par suite, assimilable à une poutre droite (fig. 5).

Le projet présenté par la Société des Batignolles se différenciait nettement des précédents, car il était l'application d'une idée nouvelle,

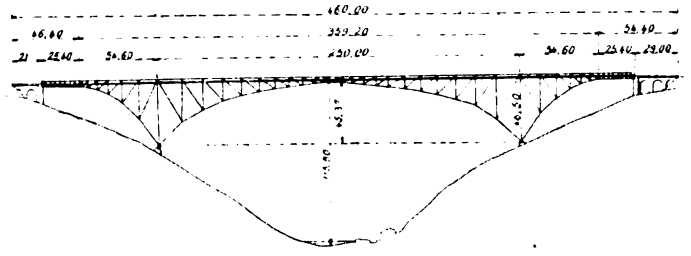


Fig. 6. — Projet primitif présenté par la Société des Batignolles.

due à M. Bodin et faisant l'objet d'un brevet pris par cette Société, à laquelle appartenait, à ce moment, M. Bodin en qualité d'Ingénieur attaché au service des constructions métalliques.

M. Bodin, qui est actuellement professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures et Président de la Société des Ingénieurs civils de France, proposait d'ajouter à un arc à trois rotules des encastrements extérieurs aux naissances (fig. 6). L'adjonction de ces encas-

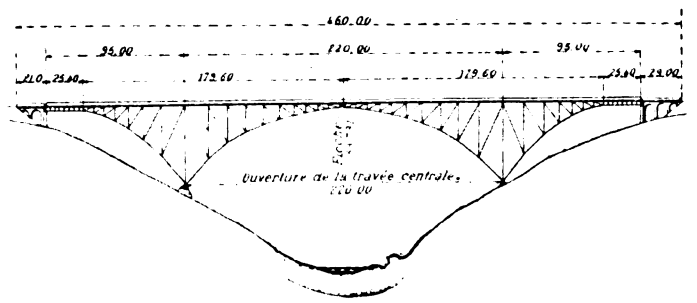


Fig. 7. — Projet définitif présenté par la Société des Batignolles.

trements diminuant la poussée permettait d'augmenter l'ouverture de la travée centrale et, par suite, de réduire la hauteur des tympans, puisque les points d'appui des naissances pouvaient être placés à une plus grande altitude. Il devenait donc possible de constituer ces tympans par un système simple de barres de treillis ayant chacune une longueur relativement peu considérable.

Cette disposition présentait également l'avantage de faire naître des efforts de traction dans les membrures supérieures et, par suite, de mieux utiliser le métal.

Outre l'avantage immédiat de l'emploi des encorbellements, on pouvait composer les tympans avec un treillis sans barres surabondantes. Il est vrai qu'en relevant la hauteur des naissances on diminuait la flèche, mais, en se tenant dans certaines proportions, la poussée n'était pas supérieure à celle d'un arc de moindre portée.

L'ouverture de la travée centrale du viaduc proposé par la Société des Batignolles atteignait 250 mètres et la hauteur de la voie au-dessus de la vallée était de 116 mètres (1).

(1) Sur la ligne de Montluçon à Eygurande. (Voir le *Génie Civil*, t. V, n° 15, p. 237, et t. VI, n° 13, p. 197.)

(2) Cette Commission était composée de MM. les Inspecteurs généraux Robaglia, des Orgeries et Ricour, et de MM. les Ingénieurs en chef Boutillier, Hirsch et Chemin.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XV, n° 22, p. 344.

Digitized by Google

La Compagnie du Midi donna la préférence aux solutions par poutres droites avec piles en maçonnerie ou métalliques. Elle repoussait les projets à arcs métalliques et ceux comportant des poutres droites supportées par des piles en forme de chevalets (deuxième projet Daydé et Pillé). Elle repoussait également la solution de la Société des Batignolles en raison de l'importance des déformations qu'elle prévoyait pour la clef (27 centimètres verticalement et 19 centimètres horizontalement) qui, d'après elle, devaient détruire la stabilité de la voie et compromettre la circulation.

Les Ingénieurs du service de la construction et la Commission du concours furent d'un avis tout différent. Ils repoussèrent les solutions comportant l'emploi des poutres droites en raison des aléas auxquels exposait la construction de piles métalliques ou en maçonnerie d'une très grande hauteur, dont il n'existait aucun exemple dans aucun pays.

De plus, l'impossibilité de trouver de bons matériaux dans le pays pour l'exécution des piles en maçonnerie conduisait à employer le métal dans la plus large mesure possible.

Le projet Seyrig était signalé par la même Commission comme pouvant donner lieu à des difficultés pour le clavage, à cause des encastrements aux naissances. Les renforcements demandés par la Commission conduisaient à des dépassements notables du devis présenté par le constructeur.

Le projet de la Société des Batignolles fut, au contraire, approuvé par la Commission, qui estima que les craintes de la Compagnie du Midi n'étaient pas fondées.

Par une décision en date du 30 août 1889, le Ministre des Travaux publics adopta cet avis et invita la Société des Batignolles à lui soumettre le projet définitif de l'ouvrage.

La Compagnie du Midi avait demandé que la voie fût établie, comme au viaduc de Garabit, en contre-bas des membrures supérieures, de manière à empêcher la chute des véhicules en cas de déraillement. La Société des Batignolles ne crut pas devoir adopter cette solution, qui ne permettait pas de relier les membrures supérieures directement entre elles et pouvait amener dans les montants, au droit des attaches des pièces de pont, des flexions accessoires. Elle demanda à abaisser les membrures supérieures au niveau des pièces de pont, et, après avoir fait adopter un garde-corps très robuste répondant aux *desiderata* de la Compagnie du Midi, elle commença les études du projet définitif.

Sur ces entrefaites, on modifia la circulaire ministérielle du 9 juillet 1877 qui, au moment du concours, réglait les conditions de construction des ponts métalliques. Cette circulaire fut remplacée par celle du 29 août 1891.

L'Administration prescrivit alors à la Société des Batignolles de recommencer les études du projet, en appliquant les coefficients de travail et les surcharges de la nouvelle circulaire, surcharges bien supérieures à celles qui étaient d'abord imposées. Cette étude fut faite sans modifier les dimensions générales du projet primitif. Le résultat fut que le devis total de l'ouvrage s'éleva à 3 millions, tandis que le projet primitif ne prévoyait qu'une dépense de 1 860 000 francs.

La Société des Batignolles proposa de reduire l'ouverture de l'arc central à 220 mètres, et d'augmenter les encorbellements de la longueur nécessaire pour que la longueur totale de la partie métallique de l'ouvrage restât la même. L'augmentation de la surcharge imposait, en effet, la modification du rapport des ouvertures, puisque l'arc est partiellement équilibré par les encorbellements.

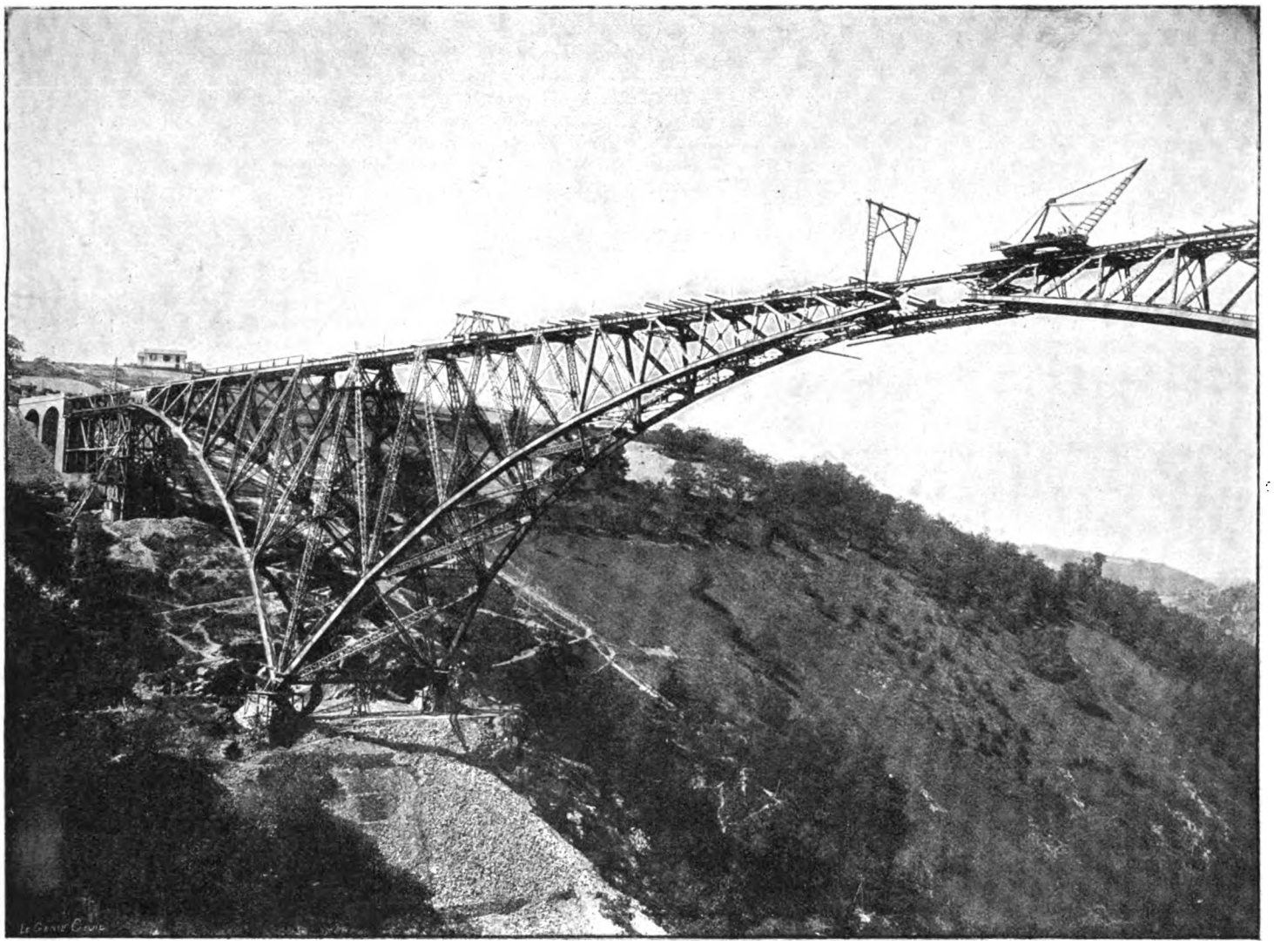


FIG. 8. — LE VIADUC DU VIAUR : Vue du demi-arc du côté Carmaux.

M. l'Ingénieur Théry, alors chargé du service du contrôle, conseilla vivement cette modification dans ses rapports, et contribua puissamment à son adoption par le Conseil des Ponts et Chaussées, faisant ainsi réaliser à l'État une économie de 600 000 francs environ.

Un nouveau projet, définitif cette fois, fut présenté au Ministre, en tenant compte de ces nouvelles données, et approuvé par décision ministérielle du 8 avril 1896, c'est-à-dire après vingt ans d'études (fig. 7 du texte et fig. 1 et 2, pl. I). C'est d'après ce projet qu'a été construit le viaduc du Viaur, inauguré par le Ministre des Travaux publics, le 5 octobre 1902.

Dans son discours d'inauguration, le Ministre a rendu justice à l'initiateur du projet en déclarant que la conception première et la réalisation de l'ouvrage appartenaient à l'éminent Ingénieur de la Société des Batignolles, M. Bodin, qui fut très justement décoré, en 1896, sur le chantier même, le jour de la pose de la première pierre (1).

DISPOSITIONS GÉNÉRALES. — Le viaduc du Viaur (fig. 1) se compose

(1) Discours d'inauguration prononcé par le Ministre des Travaux publics à l'occasion de l'inauguration du viaduc du Viaur. (*Journal Officiel* du 11 octobre 1902.)

Digitized by Google

d'une travée centrale, en forme d'arc, d'une ouverture de 220 mètres, et de deux travées de rive constituées chacune par un encorbellement solidaire des demi-arcs de la travée centrale ; ces encorbellements se raccordent avec les arrière-culées en maçonnerie au moyen de travées à poutres droites, s'appuyant d'un côté sur l'extrémité de l'encorbellement, et de l'autre côté sur une arrière-culée en maçonnerie (fig. 1 et 2, pl. I). L'ouverture totale de chacune de ces travées de rive est de 95 mètres, dont 25 pour la travée de raccordement. La longueur totale entre les arrière-culées est donc de 410 mètres.

Les arrière-culées ont elles-mêmes 21 mètres de longueur du côté de Carmaux, et 29 mètres du côté de Rodez. Il en résulte que la longueur totale de l'ouvrage est de 460 mètres. La plus grande hauteur des rails au-dessus du fond de la vallée est de 116 mètres.

L'ouvrage est constitué presque entièrement par deux parties métalliques identiques, en forme de balancier à bras inégaux, reposant chacune sur une culée par l'intermédiaire d'une articulation. Les deux grands bras de ces balanciers viennent, d'autre part, buter l'un contre l'autre par l'intermédiaire d'une troisième articulation.

La flèche de la travée centrale, ainsi composée des deux grands bras des balanciers, est de 53m 731. Cette flèche est mesurée entre l'articulation supérieure et l'horizontale passant par les deux articulations des naissances.

L'emploi de trois articulations présente le grand avantage de permettre aux dilatations de s'effectuer librement. Il en résulte, de plus, une grande simplification dans les calculs ; tous ces derniers ont pu, en effet, être effectués par la statique sans avoir recours aux formules relatives à la flexion, les réactions passant toujours par des points déterminés. De plus, l'emploi des encorbellements permet de réduire la poussée à l'effort résultant de la prépondérance du poids de la travée centrale sur le poids des encorbellements et la réaction des travées de raccordement.

Les longueurs respectives des deux bras de chaque balancier ont été arrêtées à la suite d'une série de tâtonnements. Il fallait, en effet, réduire la poussée de l'arc central au minimum, mais on a voulu, d'autre part, que la poussée à la clef ne fût jamais négative et conservât une valeur suffisante pour maintenir les deux balanciers en contact. Cette condition est réalisée dans les positions les plus défavorables des surcharges et en tenant compte de la pression du vent.

Par surcroît de précaution, on a établi, à la clef, des bielles attachées à chaque balancier, et embrassant l'axe d'articulation. Pour la même raison, on a disposé, à la naissance des arcs, des tiges d'ancrage très puissantes assurant la liaison de la charpente métallique avec la maçonnerie du corps des culées.

Les travées de raccordement, placées aux extrémités du pont, permettent les déplacements verticaux et horizontaux des extrémités des encorbellements sous l'action des surcharges et du vent et sous l'influence des variations de température. Leur emploi a pour objet de laisser les deux parties métalliques absolument libres.

Les extrémités des poutres des travées de raccordement reposent, en effet, sur les extrémités des encorbellements par des plaques permettant les mouvements, soit autour d'un axe horizontal, soit autour d'un axe vertical. Elles s'appuient sur les maçonneries des arrière-culées par des appareils permettant les déplacements verticaux et les mouvements longitudinaux, résultant de l'action des surcharges, du vent, et de la dilatation ou de la contraction du métal.

Les membrures inférieures des encorbellements et de la travée centrale ont été formées de pièces rectilignes aboutissant aux nœuds inférieurs des panneaux. La forme courbe a été rejetée, puisque les efforts devaient être transmis directement d'un nœud à l'autre sans addition d'efforts sur leur parcours.

Toutefois, on a eu le soin de donner une légère courbure à la fibre moyenne de chacune de ces membrures, de manière à compenser dans une certaine proportion, lors des plus grands efforts de compression, le poids propre de la membrure elle-même.

Malgré cette courbure, les bords de la membrure sont en réalité rectilignes, cette incurvation ayant été obtenue par une répartition convenable des tôles ou des plats supplémentaires.

La position des nœuds inférieurs, aussi bien pour les encorbellements que pour la travée centrale, a été déterminée, sauf pour les nœuds voisins de la clef, par la condition que le centre de pression V du vent d'une partie MN comprise entre l'extrémité N de l'encorbellement, ou la clef, et le montant M, où aboutit une membrure considérée, se trouve dans le plan de cette membrure (fig. 9).

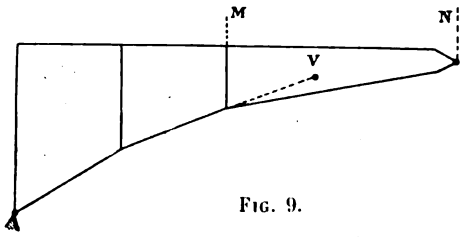


Fig. 9.

Il résulte de cette disposition que l'effort du vent ne peut produire aucune torsion importante dans le système. Un contreventement placé entre les deux membrures inférieures correspondantes maintient, par suite, le système dans sa position sans que les membrures supérieures et les barres des tympans aient à subir des efforts autres que ceux qui proviennent de la pression directe du vent.

Cette disposition, de laquelle résulte la forme générale des membrures inférieures, a produit d'excellents résultats, tant au point de vue de l'économie du métal qu'à celui de la rigidité à la torsion, ce qui n'a pas toujours lieu dans les grands ponts similaires en arc et surtout dans les grands ponts à poutres droites portées par des piles métalli-

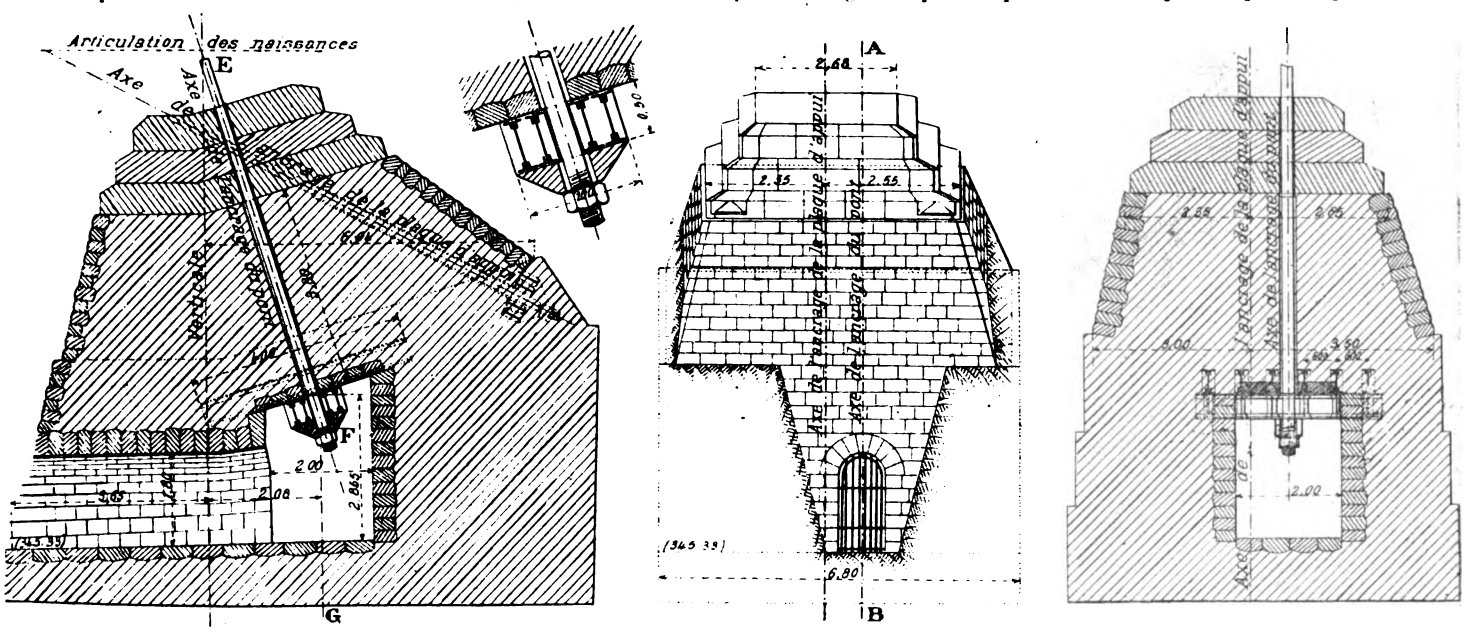


Fig. 10, 11, 12 et 13. — Coupes et élévation de l'une des culées.

ques. On observe parfois, dans ce dernier cas, des différences de niveau très considérables entre les deux rails.

L'économie obtenue pour le viaduc du Viaur, à la faveur de cet arrangement, a été importante. On a pu, en effet, ne disposer qu'un seul contreventement qui, placé entre les membrures inférieures, reporte directement les efforts sur les appuis.

Pour assurer à la construction métallique une stabilité suffisante sous l'action des plus grands vents, on a donné aux fermes, en coupe transversale, une inclinaison de 25 % sur la verticale. La distance entre les axes des membrures supérieures est, en effet, de 5m 89, tandis que l'écartement des axes des membrures inférieures atteint 33m 39 au droit des articulations des naissances.

Chaque moitié de la construction métallique est donc constituée par deux demi-fermes symétriquement inclinées par rapport à un plan diamétral vertical passant par l'axe de la voie, et par des pièces transversales.

Ces deux demi-fermes sont reliées, à la partie supérieure, par des pièces de pont qui supportent les diverses pièces du platelage et la voie. La liaison est établie, sur le restant de la hauteur, par des entretoises horizontales et des contreventements verticaux en croix de Saint-André placés dans le plan des montants et des barres obliques.

Dans le plan des membrures inférieures, les demi-fermes sont reliées entre elles par des entretoises et par des contreventements en croix de Saint-André.

Digitized by Google

Chaque demi-ferme se compose d'une membrure supérieure rectiligne et d'une membrure inférieure polygonale, constituées toutes deux par des pièces à caisson. Elles sont reliées entre elles par des montants verticaux et par des barres obliques dont l'ensemble constitue les tympans, qui sont dépourvus de barres surabondantes. Les axes des barres constitutives de la ferme aboutissant à un même

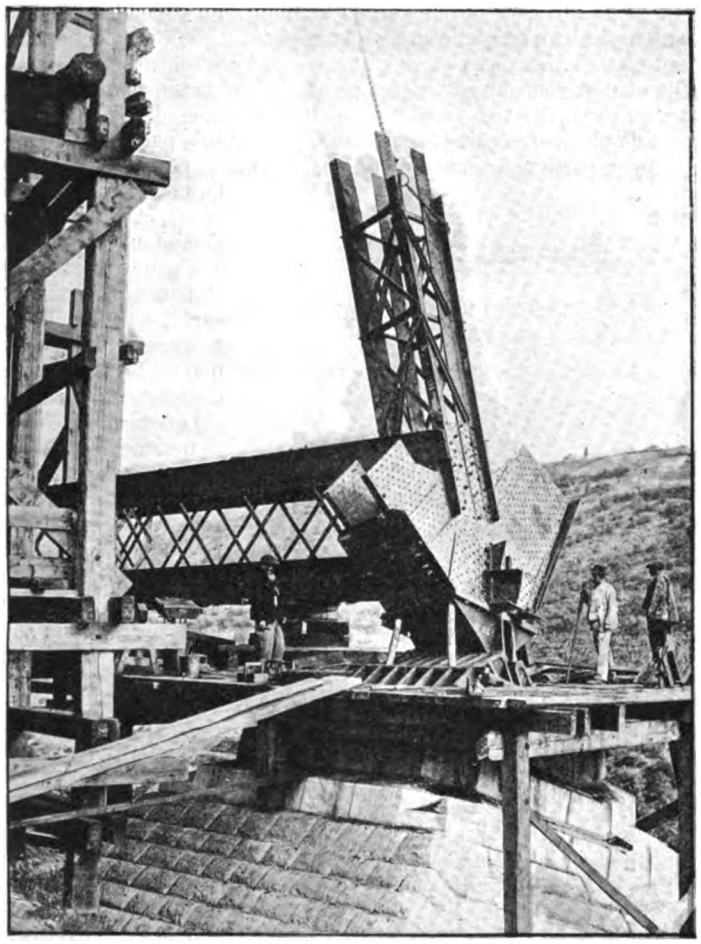


FIG. 14. — Nœud de naissance d'arc et entretoise inférieure.

nœud se rencontrent en un même point; ces axes correspondent, d'ailleurs, aux fibres moyennes des barres. L'absence de barres surabondantes a permis de déterminer facilement les efforts supportés par toutes les barres dans les différentes hypothèses de charge, de surcharge et de vent.

L'ensemble de l'ouvrage a été construit en acier doux, à l'exception

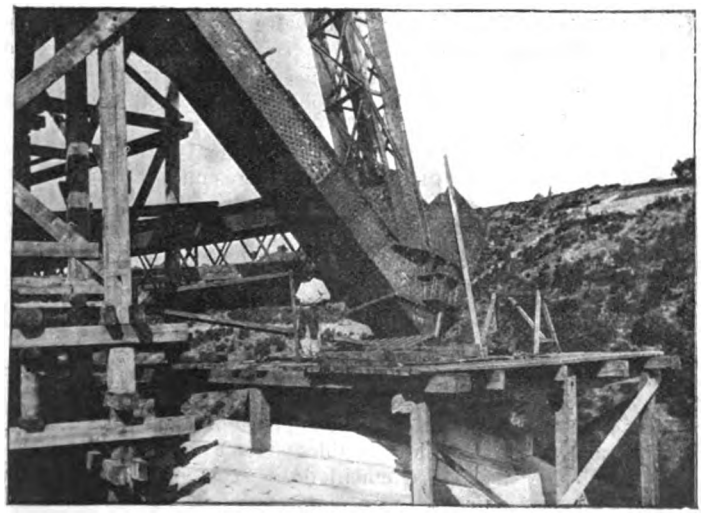


FIG. 15. — Nœud de naissance d'arc et première membrure de l'encorbellement.

des travées de raccordement, des pièces du platelage, et des échelles de visite du pont, qui ont été exécutées en fer.

Les généralités qui précèdent vont nous permettre d'aborder à présent la description des différentes parties constituant l'ouvrage, en nous aidant des mémoires très détaillés publiés par M. Théry, dans les *Annales des Ponts et Chaussées*.

Description de l'ouvrage. — CULÉES. — Les culées, supportant les articulations des naissances des deux fermes, sont constituées chacune par deux massifs symétriques par rapport à l'axe du tablier (fig. 10 à 13). Leur écartement est de 33m 40, mesuré entre les axes des retombées.

Ces culées se composent chacune d'un massif de maçonnerie de section rectangulaire, construit en moellons bruts, en gneiss de la région, avec parements en moellons têtués de calcaire de Bruniquel (Tarn-et-Garonne). Ce massif est surmonté de trois assises de pierre de taille de granit du Sidobre (Tarn), de surfaces décroissantes. Ces trois assises ont pour but de transmettre les pressions à la maçonnerie de moellons sur une surface plus grande et d'abaisser ainsi les pressions par centimètre carré que supporte la maçonnerie en moellons.

Les pierres en bordure d'une même assise de pierre de taille sont liées entre elles par des agrafes en fer scellées au plomb. De plus, certaines pierres de l'assise inférieure pénètrent dans le massif de moellons en formant tenons, de manière à empêcher tout glissement.

La maçonnerie de moellons va également en s'élargissant dans tous les sens avec un fruit variable sur chacune des faces.

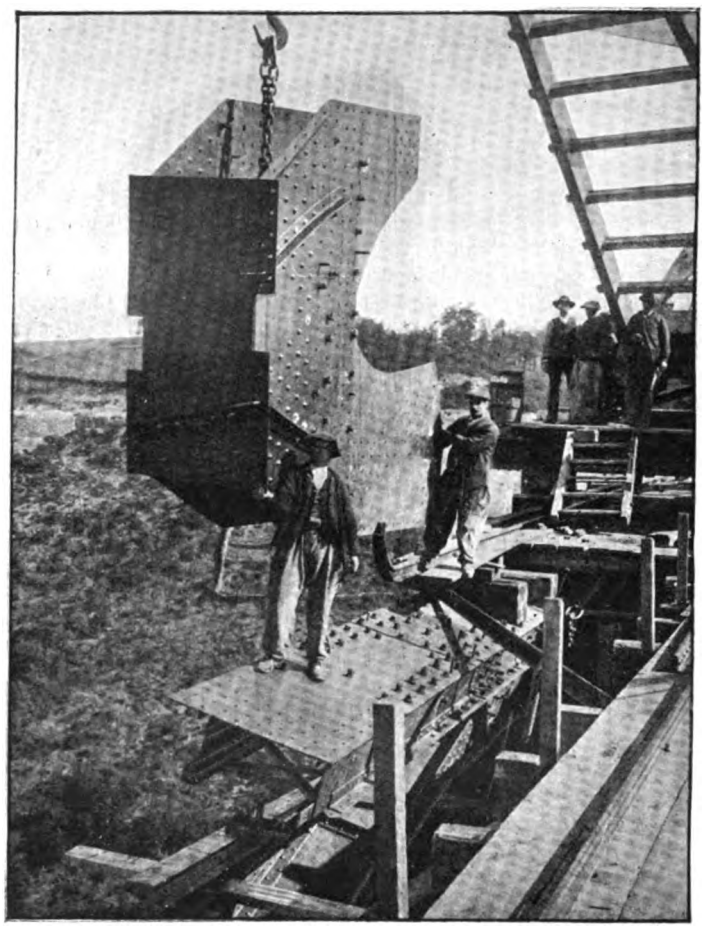


FIG. 16. — Mise en place du dernier tronçon d'un demi-arc à la clef.

Les pressions maxima auxquelles sont soumis les matériaux des culées sont :

1° Au contact de la plaque d'appui et de la pierre de taille, de 36 kilogr. par centimètre carré ;

2° Au contact de l'assise inférieure de la pierre de taille et de la maçonnerie de moellons bruts, de 12 kilogr. par centimètre carré;

3° Sur le sol des fondations, de 7 kilogr. par centimètre carré.

Chaque culée renferme une chambre d'ancrage à laquelle aboutit une galerie d'accès.

La tige d'ancrage qui traverse le massif de maçonnerie est pourvue, à son extrémité inférieure, d'un écrou, surmonté lui-même d'un sommier en fer forgé s'appuyant sur un double poitrail en forme de I encastré dans la maçonnerie.

FERMES. — Nous avons vu plus haut que chaque demi-ferme se compose d'une membrure supérieure, sensiblement rectiligne, et d'une membrure inférieure polygonale, et que les tympans ainsi limités par les membrures sont constitués par des montants verticaux et des barres diagonales inclinées. Signalons que toutes ces pièces, à double paroi, sont symétriques par rapport au plan médian de chaque ferme. Nous allons examiner, maintenant, les différentes parties de l'ouvrage.

Membrures supérieures. — Les membrures supérieures sont à âme double et présentent, en section droite, la forme d'un U renversé (fig. 19 et 20, pl. I). La plate-bande supérieure a une largeur uni-

Digitized by Google

forme de 1m 10 et une épaisseur de 10 millimètres; elle est reliée aux âmes par quatre cornières de $\frac{100 \times 100}{12}$. Ces âmes, qui ont une épaisseur uniforme de 12 millimètres, sont espacées de 0m 80 entre leurs faces intérieures. Leur hauteur varie progressivement de 0m 490 à 0m 789, ce maximum étant atteint au-dessus des articulations des naissances et le minimum à la clef, et à l'extrémité des encorbellements.

Au droit des nœuds, les âmes sont interrompues pour livrer passage à de larges goussets qui servent d'attache aux différentes pièces du nœud.

Membrures inférieures. — Ces membrures (fig. 3 et 4, pl. I) sont constituées comme les précédentes, avec cette différence que la plate-bande, constituée parfois de plusieurs épaisseurs de tôle, se trouve à la

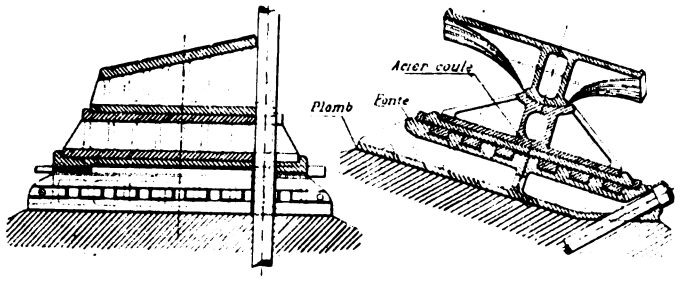


FIG. 17 et 18. — Coupes de l'appareil d'appui des naissances.

partie inférieure. Ces membrures affectent, en élévation, la forme d'un polygone dont les côtés sont raccordés, au droit de chaque nœud, par des arcs de cercle de 10 mètres de rayon.

Pour empêcher le flambage des différents éléments rectilignes des membrures, on a renforcé certains d'entre eux sur une grande partie de leur longueur par l'addition d'une plate-bande supérieure transformant l'élément en un caisson rectangulaire fermé.

Montants et barres obliques. — Dans chaque demi-ferme, l'espacement des montants diminue depuis les naissances jusqu'à la clef et jusqu'aux extrémités des encorbellements (fig. 3 et 4, 15 à 18, pl. I). Cet espacement varie depuis 16m 20 aux naissances jusqu'à 7m 20 à la clef, et 6m 30 à l'extrémité des encorbellements.

Les montants et les barres diagonales sont constitués de la même manière et appartiennent à deux types différents suivant leur longueur.

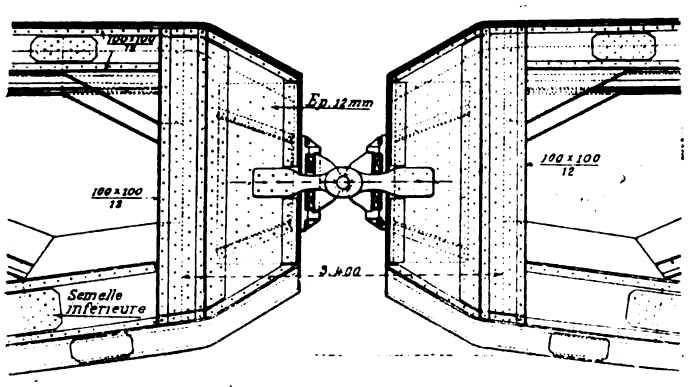


FIG. 19. — Élévation de l'articulation de la clef.

Les barres les moins longues sont, en effet, à section en double T, tandis que les autres sont à section tubulaire.

Dans le but de résister au flambage, les barres obliques et les montants d'une certaine longueur sont renflés en leur milieu, suivant le plan de la ferme, ce qui leur donne, en élévation, l'aspect de fuseaux. Il n'a pas été utile de les renfler dans le sens transversal, parce que les pièces qui sont en regard dans les deux fermes sont reliées de distance en distance par des entretoises, qui en divisent la longueur en plusieurs parties assez courtes pour qu'elles n'aient pas de tendance à se voiler.

Les barres obliques qui ne supportent que des efforts de traction ont été également renflées vers leur milieu pour les raidir en prévision des vibrations qui tendraient à se produire, et pour les rendre plus aptes à résister à l'action de leur poids propre. Cette forme en fuseau inspire toute sécurité et donne une grande élégance à la construction (fig. 3 et 4, 10 à 14, pl. I).

Les barres qui sont voisines des naissances ont la plus grande longueur. La projection verticale du montant situé au droit de chaque articulation des naissances atteint une hauteur de 55 mètres environ, ce qui correspond à une longueur réelle supérieure de la pièce. Ces montants de grande longueur, qui supportent de grands efforts, sont composés de quatre cornières, renforcées ou non par des plats. Les quatre angles sont reliés entre eux par des treillis, composés de plats et de fers en U disposés en croix de Saint-André, ainsi que de cornières normales aux angles des barres.

Les montants s'attachent à l'extérieur des âmes des membrures par leurs cornières d'angles. Les barres obliques ont, au contraire, leurs cornières placées à l'intérieur des âmes des membrures.

Au droit des nœuds, les âmes des membrures ont été élargies en forme de goussets, afin d'y trouver la place suffisante pour loger le nombre de rivets nécessaires à l'assemblage du montant et de la barre oblique avec la membrure.

Le nœud inférieur du plus grand montant, qui coïncide avec l'articulation des naissances, constitue la base sur laquelle la demi-ferme vient reposer. Les âmes des membrures de l'arc central et de l'encorbellement se rencontrent en ces points, et se découpent en escaliers pour se raccorder aux goussets constitutifs du nœud. Ceux-ci, composés de plusieurs épaisseurs de tôles, sont raidis par des cadres. Le nœud comporte pour chaque âme quatre tôles de 12 millimètres, dont l'une forme couvre-joints, et dont l'autre ne s'étend sur la membrure que pour y prendre une attache suffisante. C'est sur les goussets que viennent s'attacher toutes les pièces du nœud.

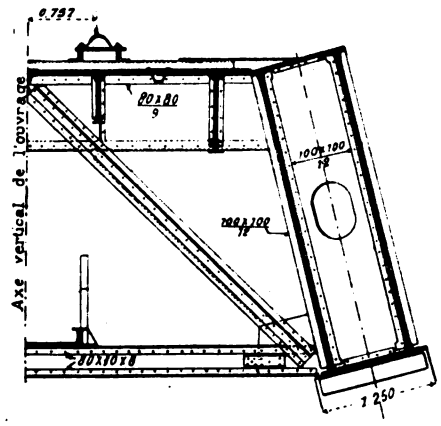


FIG. 20. — Coupe dans le voisinage de la clef.

Les membrures inférieures ne se prolongent pas, d'ailleurs, jusqu'à la rencontre de leurs plates-bandes inférieures. Elles sont arrêtées suivant un pan coupé qui constitue la face par laquelle toute la construction vient reposer sur les appareils d'apui par l'intermédiaire d'une platine qui solidarise le pied de toutes les pièces (fig. 4, 5 et 6, pl. I).

Des équerres massives en acier assurent la rigidité de la construction en ce point. Certaines sont rivées sur les goussets, d'autres sur des parois longitudinales de renfort; toutes sont rivées à la platine d'appui.

Les montants voisins de la clef de la travée centrale, élargis afin de constituer des panneaux pleins, sont renforcés pour recevoir sur des platines d'appui les plaques qui contiennent l'axe d'articulation. On a, dans ce but, formé les âmes en plusieurs épaisseurs, et on les a fortement raidies par des cadres et des équerres en acier, analogues à celles de la retombée des arcs, afin d'assurer la transmission parfaite des efforts de la ferme aux axes d'articulation de la clef.

CONTREVENTEMENTS ET ENTRETOISEMENTS. — Les efforts dus à l'action du vent sur l'ensemble de la construction métallique sont transmis, par l'intermédiaire d'entretoises horizontales et de contreventements verticaux situés dans le plan des montants, aux nœuds inférieurs, et de là sur les culées, grâce à la présence des contreventements placés dans le plan des membrures inférieures (fig. 7, pl. I). Les nœuds inférieurs sont reliés deux à deux par des entretoises horizontales de section rectangulaire, formées de quatre cornières parallèles réunies par des treillis en V placés sur leurs quatre faces. Entre deux entretoises consécutives sont les barres de contreventement formées de quatre cornières réunies par des treillis, en V sur deux faces et en X sur les deux autres; les barres les plus longues sont fuselées sur leurs quatre faces.

Les entretoises horizontales, et les entretoisements entre montants et barres obliques, sont constitués par des cornières ou des U convenablement entretoisés entre eux. Ces barres sont fixées sur les fermes par des goussets. Les entretoises horizontales qui réunissent entre eux les nœuds inférieurs des naissances, ayant à supporter des efforts très considérables par suite des variations de la température, sont de véritables poutres à deux parois composées de deux membrures en forme d'U réunies par des treillis.

TABLIER. — Le tablier est constitué par des pièces de pont transversales, situées au droit des montants et, par conséquent, inégalement espacées. Les pièces de pont supportent deux grands longerons, qui sont eux-mêmes de véritables ponts à poutres droites, dont la longueur est égale à l'écartement de deux montants consécutifs. Ces grands longerons sont contreventés avec des plats, et réunis par des pièces de pont secondaires portant elles-mêmes deux cours de longerons secondaires qui supportent la voie.

Les pièces de pont principales sont à âme simple ou à âme double, suivant que les montants, dont elles relient les parties supérieures, sont eux-mêmes de section à I ou tubulaire. Les longerons principaux sont tous à âme unique et pleine. Leur hauteur varie de 800 à 1 400 millimètres. Le platelage est constitué par des fers Zorès, d'un poids de 22kg 800 par mètre courant; il est raidi par quatre cours de tôles longitudinales rivées sur les différents fers Zorès. Les rails sont placés sur des traverses maintenues par des équerres et des étriers;

Digitized by Google

elles reposent sur les tôles longitudinales rivées sur les fers Zorès.

Le tablier est complété par un garde-corps très robuste rivé sur les membrures supérieures des fermes. Les pièces de ce garde-corps, dont la hauteur est de 1m 80, sont assez résistantes pour retenir les trains en cas de déraillement et s'opposer à la chute des voitures.

Travées de raccordement. — Les travées de raccordement (fig. 17 du texte, et fig. 12 et 13, pl. I) sont formées par des poutres droites à âme unique en treillis sans barres surabondantes, caractérisées, comme les fermes de la partie principale du pont, par une symétrie complète, par rapport à leur plan médian, de toutes les pièces qui les constituent. Ces poutres, convenablement contreventées, sont reliées, au droit des montants verticaux, par des pièces de pont supportant elles-mêmes les longerons. Ces travées de raccordement reposent sur l'entretoise d'extrémité de l'encorbellement par l'intermédiaire de plaques d'appui, dont la forme est celle d'un cylindre à axe vertical de faible hauteur, s'engageant avec jeu dans une plaque creuse de même forme.

coins permettant de faire glisser la plaque sur le sommier. Ces dispositions ont permis d'amener les axes des deux parties de l'ouvrage bien en regard l'un de l'autre, lors de la mise en place des nœuds d'appui des naissances. L'articulation proprement dite est constituée par des surfaces cylindriques de 0m 36 de rayon.

Le support supérieur d'articulation est terminé par une plaque de 5 centimètres d'épaisseur sur laquelle vient reposer la platine dont il a été question plus haut (fig. 16 du texte et fig. 6, pl. I). Une feuille de plomb de 5 millimètres d'épaisseur est interposée entre cette platine et cette plaque.

L'articulation de la clef (fig. 19 et 20) est constituée par un cylindre en acier forgé et tourné, à génératrices horizontales, de 95 centimètres de longueur et de 20 centimètres de diamètre, sur lequel peuvent rouler des demi-coussinets également en acier coulé.

Le cylindre d'articulation est terminé à ses extrémités par deux collets de 30 centimètres de diamètre, qui s'opposent aux déplacements longitudinaux.

Les ancrages sont constitués par des tiges en acier forgé traversant,

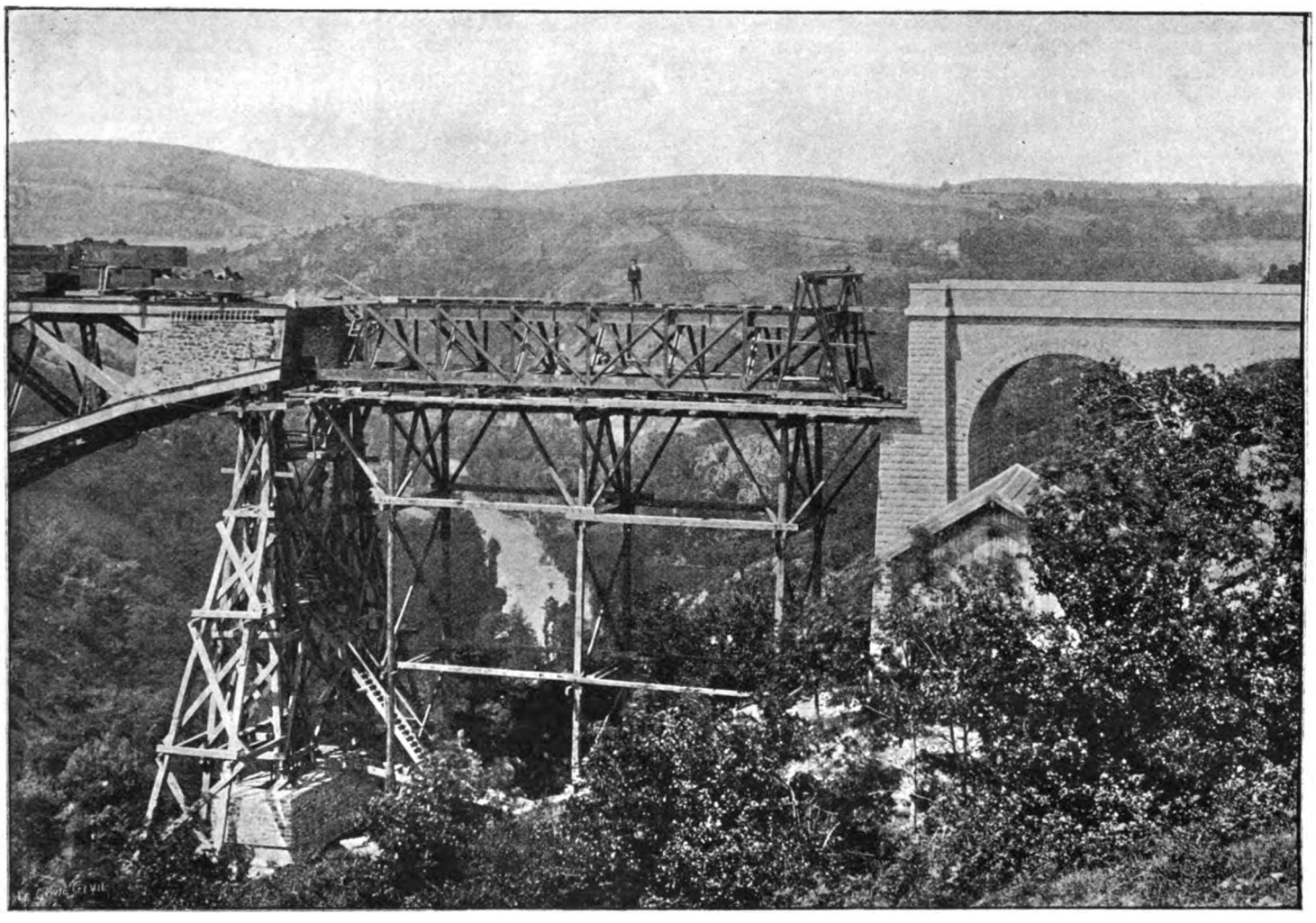


Fig. 21. — Le viaduc du Viaur : Montage d'une travée de raccordement.

L'appui sur l'arrière-culée est constitué par un appareil muni de rouleaux de dilatation avec plaque supérieure portant une articulation horizontale dont l'axe est normal au plan des poutres.

Appuis et articulations des fermes. — Nous avons vu plus haut que l'ensemble de l'ouvrage repose sur les quatre massifs des culées par l'intermédiaire d'appareils d'appui à articulation. Ces appareils diffèrent de ceux usités parce que les platines d'appui des fermes ne sont pas horizontales et parce que les sommiers d'appui sont disposés suivant deux plans, l'un horizontal, l'autre incliné ; enfin parce qu'ils sont munis de deux jeux de coins de réglage (fig. 14, 17 et 18).

Chaque appareil d'appui comprend quatre pièces principales : un sommier en fonte, une plaque d'appui, et deux supports d'articulation en acier coulé.

Le support inférieur d'articulation repose sur le sommier en fonte par l'intermédiaire de la plaque d'appui en acier coulé, et de six coins de réglage en acier forgé. Entre les coins et le sommier en fonte sont interposées, lorsqu'il est nécessaire, des cales supplémentaires en fer, afin d'abaisser ou de relever la plaque d'appui sur le sommier. Entre la plaque d'appui et des rebords du sommier en fonte, sont d'autres normalement au plan d'appui, la maçonnerie des massifs. Ces tiges sont terminées, à leur partie supérieure, par une tête s'appuyant sur une console rivée au nœud de la ferme; leur partie inférieure, filetée, est munie d'un écrou reposant sur le sommier en fer, qui répartit la traction sur l'armature de fer noyée dans la maçonnerie (fig. 11 à 13).

Appareils de visite et d'entretien. — Les appareils de visite et d'entretien comprennent :

1° Une voie longitudinale, disposée sous le plancher, et régnant sur toute la longueur du viaduc; à cette voie est suspendu un chariot roulant et tournant;

2° Des échelles à barreaux ronds placées à l'intérieur des membrures inférieures qui sont en forme de caisson;

3° Des échelles, également à barreaux ronds, fixées à la partie supérieure des montants à parois en petits treillis. Des trous d'homme ménagés dans les membrures supérieures permettent d'utiliser ces échelles pour accéder à l'intérieur des montants.

Henry Martin,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

Digitized by Google

MÉTALLURGIE

RECHERCHES SUR LES ACIERS AU NICKEL

Avant-propos. — Nous avons entrepris un long travail sur les aciers spéciaux, pensant que les méthodes modernes d'investigation, notamment la métallographie et certains essais mécaniques, tels que l'essai au choc sur barrettes entaillées et l'essai avec la bille de Brinnel, permettraient d'éclaircir certains points encore obscurs.

A cet effet, nous avons porté tout d'abord notre attention sur les aciers au nickel et les aciers au manganèse; actuellement, nous poursuivons notre étude par les aciers au chrome, au silicium et au tungstène.

Les résultats que nous publions aujourd'hui ont trait aux aciers au nickel. Ils doivent être divisés en deux parties bien distinctes :

1° Étude micrographique;

2° Étude mécanique.

Avant d'entrer dans le détail de nos recherches, il nous semble utile de rappeler quelques propriétés connues de ces aciers, notamment, la variation des points de transformation, et d'entrer dans quelques détails relatifs aux méthodes que nous avons employées pour certains essais mécaniques d'adoption récente.

I. — **Considérations générales.** — Points de transformation. — Considérons une série d'alliages fer et nickel dans lesquels la teneur en carbone est extrêmement faible, et celle en nickel va en croissant de 0 à 100 %, et déterminons par la méthode du refroidissement, par exemple, les points de transformation. Nous voyons de suite l'influence du nickel se manifester par un abaissement des points de transformation. Dans une communication faite à l'Académie des Sciences, en 1894, M. Osmond donne les points de transformation d'aciers au nickel contenant tous 0,160 de carbone. Les résultats trouvés ont été les suivants pour les points à l'échauffement :

Teneur % en Ni	A_3	A_2	A_1
0	820	750	660
0,27	775-765	715-695	645-635
0,94	755-745	695-685	625-615
3,82		654-635	565-550
7,65		515-505	

En résumé, comme le montre le graphique ci-dessous (fig. 1), il y a abaissement de tous les points de transformation; les points A_3 et A_2

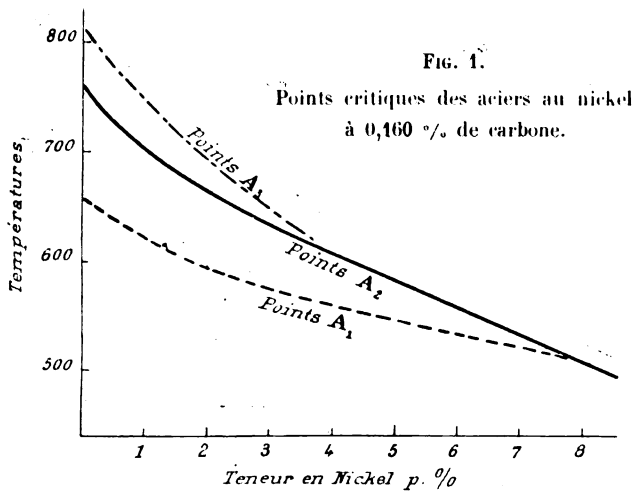


Fig. 1.
Points critiques des aciers au nickel à 0,160 % de carbone.

viennent se confondre pour une teneur d'environ 4 % de nickel; enfin, ces aciers ne présentent plus qu'un seul point de transformation A_3, A_2, A_1, à partir d'environ 7,6 de nickel.

Si, maintenant, nous déterminons pour une série d'aciers au nickel, dans laquelle la teneur en carbone très faible n'éprouve pas de grandes variations d'un échantillon à l'autre, les températures auxquelles les aciers perdent leur magnétisme à l'échauffement et celles auxquelles ils le reprennent au refroidissement, on voit très nettement que les aciers au nickel doivent être divisés en deux classes : 1° celle qui comprend les aciers contenant de 0 à 27 % de nickel; 2° celle qui comprend les aciers qui renferment plus de 27 % de nickel.

Pour les premiers, il y a un écart entre le point de transformation à l'échauffement et au refroidissement, lequel est d'autant plus sensible que la teneur en nickel se rapproche de 27 %; pour les seconds, cet écart n'est plus sensible, c'est à peine s'il atteint 10 %.

Le premier groupe a reçu le nom d'*aciers irréversibles*, le second celui d'*aciers réversibles* (M. Guillaume).

Les courbes donnant ces points de transformation sont reproduites par la figure 2:

La branche AB représente les points de transformation des aciers irréversibles à l'échauffement;

La branche A'B', les points de transformation de ces aciers au refroidissement;

Les branches CD et C'D' donnent les points de transformation des aciers réversibles à l'échauffement et au refroidissement.

Nous tenons à insister sur cette courbe qui nous permettra d'éclaircir certains phénomènes micrographiques.

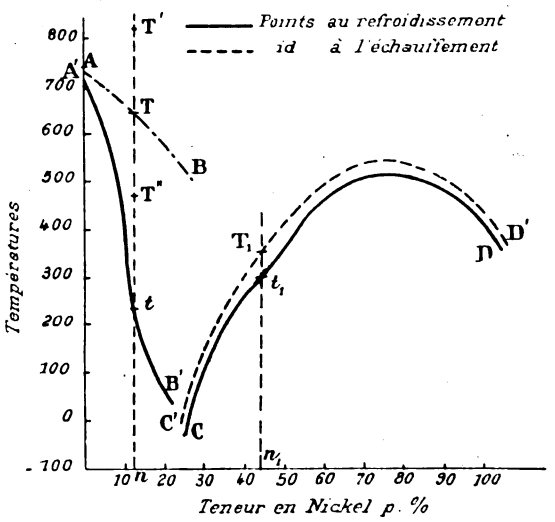


Fig. 2. — Points de transformation magnétique dans les aciers au nickel.

Considérons parmi les aciers irréversibles un acier à teneur n de nickel. Son point de transformation à l'échauffement est T, et celui au refroidissement est t; si nous chauffons cet acier, tant que sa température sera au-dessous de T, il sera magnétique; dès que nous dépasserons T, il sera non-magnétique. Si, l'ayant chauffé à une température t, inférieure à T, on le laisse refroidir, l'acier deviendra magnétique; au contraire, si on le porte à une température T', supérieure à T, et si on le soumet au refroidissement, l'acier, devenu non-magnétique quand sa température atteint T, restera non-magnétique tant que sa température est supérieure à t.

Envisageons la question au point de vue de la constitution.

Nous avons vu (1) que le fer peut, d'après M. Osmond, exister sous trois états α, β, γ; que le fer α est magnétique, tandis que les fers β et γ ne le sont pas. Nous savons également que, du moment où la transformation du fer γ en fer β a commencé, il est impossible de l'empêcher de se continuer jusqu'à la formation du fer α et que, par conséquent, il est impossible d'obtenir du fer β ne contenant pas de fer α; on ne peut donc pas avoir d'acier non-magnétique formé de fer β puisqu'un tel acier contiendrait du fer α, lequel est magnétique.

On doit, par là même, conclure qu'un acier non-magnétique contient le fer à l'état γ.

De plus, lorsque nous considérons les aciers au nickel, lesquels sont formés principalement de fer et de nickel, deux corps pouvant exister à l'état magnétique et non-magnétique, l'on doit ajouter que les produits non-magnétiques seront formés de fer γ et de nickel β (le nickel α étant le nickel magnétique).

Si nous considérons un acier réversible à teneur de nickel n_1, il devient non-magnétique lorsqu'on le porte à une température T_1, et reprend son magnétisme quand il passe à une température t_1, très voisine de T_1.

Suivons maintenant la marche des courbes nous donnant la position des points de transformation magnétique lorsque, pour une même teneur de carbone très faible, la teneur en nickel croit de 0 à 100. On voit tout d'abord (fig. 2), dans la période des aciers irréversibles, que la différence entre le point de transformation à l'échauffement et celui au refroidissement, c'est-à-dire l'hystérèse, va en augmentant avec la teneur en nickel. A 27 %, le point de transformation est au-dessous de 0 degré; par conséquent à la température ordinaire, un tel acier ne sera pas magnétique, il ne sera donc formé que de fer γ. Puis, la teneur en nickel augmentant, le point de transformation remonte, passe par un maximum pour une teneur d'environ 70 % de nickel, et enfin diminue pour atteindre la température à laquelle le nickel pur passe de l'état α à l'état β, c'est-à-dire 340 degrés.

En résumé, l'étude de la variation des points de transformation des aciers au nickel montre que ceux-ci doivent être divisés en deux classes bien distinctes :

1° Les aciers irréversibles;

2° Les aciers réversibles.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 23, p. 369.

Digitized by Google

Pour une teneur de carbone très faible, la première classe comprend les aciers contenant de 0 à 27 °/₀ de nickel, et la seconde, les aciers dont la teneur en ce métal est supérieure à 27 °/₀.

Nous allons voir que cette classification, quoique fort intéressante, n'est encore qu'imparfaite.

Avant d'aborder la micrographie des aciers au nickel, rappelons que l'action du nickel sur les points de transformation des aciers n'est qu'un cas particulier d'une loi beaucoup plus générale à laquelle restera attaché le nom de Roberts-Austen. Cette loi, qui a été vérifiée pour les aciers par M. Osmond, peut s'énoncer comme suit pour ces produits :

Les éléments dont le volume atomique est inférieur à celui du fer abaissent le point de transformation magnétique et, au refroidissement, retardent la transformation du carbone, en augmentant, en quelque sorte, le pouvoir dissolvant de l'alliage pour cet élément.

Au contraire, les corps dont le volume atomique est supérieur à celui du fer facilitent au refroidissement la combinaison du carbone, et relèvent le point de transformation du fer vers la température du point de transformation du fer pur.

Rappelons que le volume atomique (VA) d'un corps est le quotient du poids atomique par la densité. On peut donc séparer les métaux et métalloïdes en deux catégories :

1re classe : Corps ayant un VA inférieur à celui du fer.			*2me classe : Corps ayant un VA supérieur à celui du fer.*		
		VA du fer 7,2.			
C dont le volume atomique		= 3,6	Tu dont le volume atomique		= 8,7
Bo	—	= 4,1	Si	—	= 11,2
Ni	—	= 6,7	Mo	—	= 11,3
Mn	—	= 6,9	As	—	= 13,2
Cu	—	= 7,1	P	—	= 13,5
Cr	—	= 7,7	S	—	= 15,7

Si dans un acier, nous ajoutons l'un des corps de la première catégorie, nous abaisserons le point de transformation, tandis que nous le relèverons par l'addition d'un des corps de la seconde série.

En résumé, les produits de la première classe retarderont la transformation des fers non α en fer α au refroidissement, et celle du carbone de trempe en carbone de recuit. Avec les corps de la seconde classe, ce sera le phénomène inverse qui se produira.

Cette loi a été vérifiée, par M. Osmond, pour un certain nombre de produits, notamment le nickel, le manganèse, etc. Pour le cuivre, l'hydrogène, etc., on ne peut encore rien affirmer, la connaissance des aciers contenant ces produits n'étant pas encore assez avancée.

Il est nécessaire d'ajouter que la loi de Roberts-Austen peut paraître en défaut dans certains cas, notamment lorsque les composés ajoutés peuvent donner des combinaisons avec les éléments qui existent déjà dans l'acier.

C'est ainsi que le chrome paraît abaisser les points de transformation des aciers, contrairement à la loi de Roberts-Austen; cela n'est probablement dû qu'aux combinaisons qui existent dans de tels aciers; nous reviendrons ultérieurement sur ce point (1).

II. — **Micrographie des aciers au nickel.** — La microstructure des aciers au nickel a déjà donné lieu à quelques travaux de la part de M. Osmond.

L'un des mémoires y ayant trait a été publié, en janvier 1900, dans les *Annales des Mines*. M. Osmond, en y étudiant la cristallographie du fer, rappelle que certains aciers au nickel, n'étant pas magnétiques, doivent contenir le fer à l'état γ et le nickel à l'état β. Il étudia, en vue de trouver la structure du fer γ, la micrographie de ces aciers et nota la microstructure polyédrique.

C'était là le seul mémoire que nous connaissions au moment où notre travail sur les aciers au nickel fut terminé. Nous avons appris depuis, par MM. Le Chatelier et L. Dumas, qu'un second mémoire de M. Osmond avait été publié sur cette question dans le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de Londres*, en 1899. Ici, M. Osmond est beaucoup plus explicite et divise les alliages de fer et de nickel en trois groupes : le premier, semblable aux aciers au carbone ordinaire, le second, à structure martensitique, le troisième, à structure polyédrique.

Le hasard nous a amené à étudier cette question très complètement. Recevant un jour d'un atelier un acier à faible teneur en carbone, contenant 12 °/₀ de nickel, lequel était employé pour faire des arbres vilebrequins, nous voulûmes l'examiner au microscope, pour avoir une idée de la teneur en carbone. Nous reconnûmes que nous étions en présence de martensite presque pure, et que cette martensite ne disparaissait pas dans un recuit. Nous en conclûmes, ne connaissant pas les travaux de M. Osmond, que le nickel apportait cette transformation dans la structure des aciers au carbone.

Les aciéries Jacob-Holtzer nous fournirent trois séries d'aciers au nickel d'une pureté remarquable : l'une à 0,120 °/₀ de carbone, l'autre à 0,250 °/₀ environ, la troisième à 0,800 °/₀ environ. Dans chaque série, la teneur en nickel allait en croissant de 0 à 30 °/₀. Le tableau ci-dessous en donne la composition.

Pour des teneurs plus élevées, nous eûmes recours à des aciers fabriqués à Imphy et mis gracieusement à notre disposition par la Direction générale de Commentry-Fourchambault. Nous pûmes examiner ainsi des aciers — si l'on peut encore employer ce terme — renfermant jusqu'à 92 °/₀ de nickel. Le tableau ci-après donne, d'ailleurs, la composition des aciers étudiés.

Pour rendre plus clair l'exposé de ce travail, nous en indiquerons les résultats dans l'ordre suivant :

1° Microstructure des aciers bruts de forge ;
2° — — trempés ;
3° — — recuits ;
4° — — écrouis ;
5° — — refroidis ;
6° Cémentation et décarburation des aciers au nickel ;
7° Recherches sur la régénération des aciers trempés, refroidis.

1° Microstructure des aciers bruts. — Voyons, successivement, les résultats obtenus avec les trois séries d'aciers au nickel que nous avons étudiés et dont les compositions sont indiquées dans le tableau ci-après :

Tableau donnant la composition des aciers au nickel utilisés.

Série 1	C	Ni	Mn	P	S	Si
1 N 2	0,070	2	0,025	traces	0,006	0,07
1 N 5	0,125	5,23	0,015	»	0,004	0,046
1 N 7	0,125	7,13	0,020	»	0,005	0,050
1 N 10	0,132	10,10	»	»	0,005	0,100
1 N 12	0,125	12,07	»	»	0,002	0,090
1 N 15	0,110	15,17	»	»	0,004	0,020
1 N 20	0,214	20,40	»	»	0,004	0,025
1 N 25	0,176	25,85	»	»	0,007	0,036
1 N 30	0,110	30	»	»	0,000	0,031
Série 2						
4 N 2	0,206	1,97	0,025	»	traces	0,030
4 N 5	0,195	4,90	0,025	»	0,003	0,043
4 N 7	0,225	7,09	0,050	»	traces	0,081
4 N 10	0,215	9,79	0,025	»	»	0,015
4 N 12	0,223	12,27	0,025	»	0,002	0,014
4 N 15	0,221	15,04	traces	»	0,002	0,053
4 N 20	0,221	20,01	0,020	»	0,003	traces
4 N 25	0,240	25,06	0,020	»	0,003	0,082
4 N 30	0,194	29,87	0,025	»	0,002	0,026
Série 3						
9 N 2	0,800	2,20	0,107	»	0,005	0,100
9 N 5	0,776	4,90	0,092	»	0,004	0,085
9 N 7	0,815	6,95	0,125	»	0,003	0,100
9 N 10	1,05	10,07	0,097	»	0,004	traces
9 N 12	0,760	11,75	0,092	»	0,004	0,086
9 N 15	0,790	15,11	0,060	»	0,007	0,091
9 N 20	0,800	19,60	0,020	»	0,003	0,081
9 N 25	0,790	25,33	0,070	»	0,002	traces
9 N 30	0,810	30,17	0,035	»	0,040	0,139

1re série : Aciers à 0,120 °/₀ de carbone. — Les aciers à 2,5 et 7 °/₀ de nickel ont même structure que les aciers au carbone ordinaire (fig. 3). Mais la perlite est plus déliée que dans les aciers ordinaires à même teneur de carbone ; elle semble même, sans que l'on puisse toutefois affirmer le fait d'une façon absolue, croître avec la teneur en nickel.

Dans l'acier à 10 °/₀, nous notons un changement de structure ; on voit apparaître la structure martensitique, caractérisée par trois directions. Mais il y a toujours des plages blanches qui sont formées de fer α.

Dans l'acier à 12 °/₀, les plages blanches n'existent presque plus, la martensite est sensiblement pure ; il en est de même pour l'acier à 15 et 20 °/₀ (fig. 4).

L'acier à 25 °/₀ contient des plages blanches très importantes. C'est assurément le fer γ qui apparaît.

Puis, à 27 °/₀, la structure devient polyédrique.

(1) Nous nous proposons, en effet, de déterminer d'une façon très précise, par la méthode indiquée dernièrement par M. Salladin, les points de transformation des différents aciers que nous étudions, mais l'installation nécessaire n'est pas encore faite.

Digitized by Google

Toutes les images ont été obtenues en attaquant par l'acide picrique ; tous les réactifs déjà employés pour l'étude micrographique des aciers ont donné des résultats semblables à ceux obtenus dans les aciers au carbone ; mais l'acide picrique est celui qui semble donner les meilleures attaques.

Avec les aciers contenant plus de 27 °/₀ de nickel, on obtient toujours cette structure polyédrique (fig. 5). Mais, au fur et à mesure que la dose de nickel augmente, on obtient des cristaux en quelque sorte plus déliés. Tandis qu'avec les aciers contenant 27 et 30 °/₀ de nickel les grains se colorent aisément, à partir de 35 °/₀, ils ne se colorent plus. Le temps d'attaque nécessaire augmente très rapidement avec la teneur en nickel. Pour les très hautes teneurs, il faut plusieurs heures.

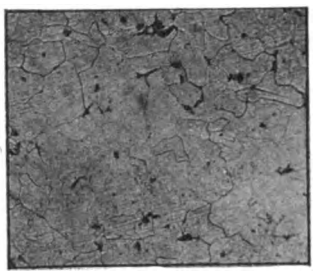


FIG. 3. — 2 °/₀ de Ni.
Grossissement : 200 diamètres.

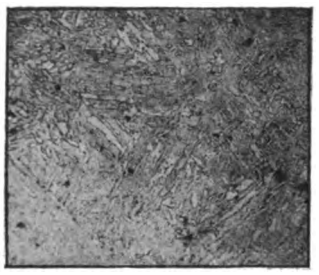


FIG. 4. — 15 °/₀ de Ni.
Grossissement : 335 diamètres.

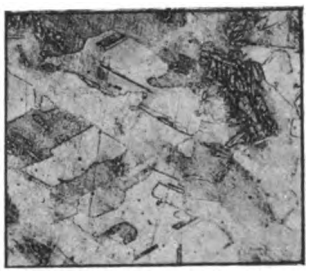


FIG. 5. — 30 °/₀ de Ni.
Grossissement : 200 diamètres.

FIG. 3, 4 et 5. — Aciers bruts de forge à 0,120 °/₀ de carbone.

De plus, à l'intérieur des polyèdres, on remarque de très nombreuses stries qui semblent indiquer des plans de clivage.

En résumé, pour cette première série, on trouve les trois groupes suivants :

1° Groupe des aciers contenant 0 à 10 °/₀ de nickel : aciers semblables aux aciers au carbone ;

2° Groupe des aciers contenant 10 à 17 °/₀ de nickel : aciers à structure martensitique ;

3° Groupe des aciers contenant plus de 27 °/₀ de nickel : aciers à structure polyédrique.

De plus, le deuxième groupe doit subir les subdivisions suivantes :

De 10 à 12 °/₀ de nickel : aciers formés de fer et de martensite ;
De 12 à 20 °/₀ de nickel : aciers formés de martensite sensiblement pure ;
De 20 à 27 °/₀ de nickel : aciers formés de martensite et de fer γ.

Ces résultats sont bien conformes aux essais mécaniques.

2me *Série : Aciers à 0,250 °/₀ de carbone.* — De 0 à 7 °/₀ de nickel la structure est la même que pour les aciers au carbone (fig. 6) ; les remarques que nous avons déjà faites au sujet de la perlite paraissent se confirmer ici :

A 7 °/₀, on semble apercevoir un peu de martensite.

A 10 °/₀, elle est en quantité notable (fig. 7).

A 12 et 15 °/₀, elle est en telle quantité et tellement fine qu'il nous a été impossible d'en faire un cliché qui puisse donner idée de la microstructure.

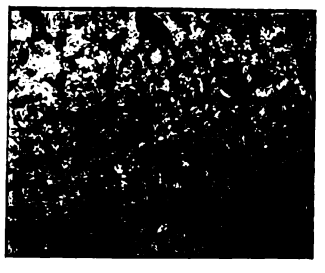


FIG. 6. — 2 °/₀ de Ni.
Grossissement : 200 diamètres.

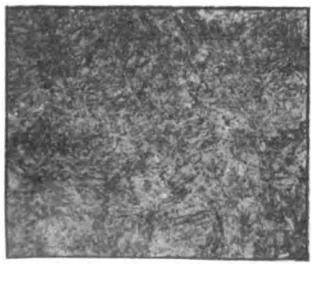


FIG. 7. — 10 °/₀ de Ni.
Grossissement : 200 diamètres.

FIG. 8. — 25 °/₀ de Ni.
Grossissement : 200 diamètres.

FIG. 6, 7 et 8. — Aciers bruts de forge à 0,250 °/₀ de carbone.

A 20 °/₀, il y a de larges plages blanches.

A 25 °/₀, on ne voit plus que des polyèdres, plus quelques cristaux en fer de lance dont nous expliquerons plus loin la provenance (fig. 8).

Au delà de la teneur de 25 °/₀, on a toujours la même constitution polyédrique.

On a donc ici encore trois groupes :

1° Groupe des aciers contenant 0 à 7 °/₀ de nickel : aciers semblables aux aciers à carbone ;

2° Groupe des aciers contenant 7 à 25 °/₀ de nickel : aciers à structure martensitique ;

3° Groupe des aciers contenant plus de 25 °/₀ de nickel : aciers à structure polyédrique.

Comme dans la première série, le deuxième groupe se subdivise ainsi :

De 7 à 10 °/₀ de nickel : aciers formés de fer et de martensite ;
De 10 à 15 °/₀ de nickel : aciers formés de martensite pure ;
De 15 à 20 °/₀ de nickel : aciers formés de martensite et de fer.

3me *série : Aciers à 0,800 °/₀ de carbone.* — De 0 à 5 °/₀ de nickel, on note la même structure que pour les aciers au carbone.

A 5 °/₀, il semble y avoir un commencement de transformation.

A 7 °/₀, on obtient de la martensite et du fer α.

La martensite pure doit se présenter entre 8 et 10 °/₀.

A 10 °/₀, il y a de la martensite + du fer γ (fig. 9).

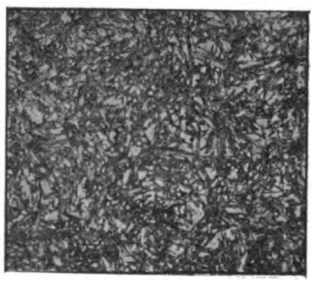


FIG. 9. — 10 °/₀ de Ni.
Grossissement : 200 diamètres.

A 12 °/₀, les plages blanches augmentent. On a la même image que celle obtenue en trempant, dans un mélange réfrigérant à — 10 degrés, de l'acier à 1,40 de carbone chauffé à 1 050 degrés.

A 15 °/₀, il y a transformation de la structure, on ne voit plus que des polyèdres (fig. 10). Parfois, au milieu de ces polyèdres, on trouve des fers de lance dont nous expliquerons plus tard la provenance.

Au delà de 15 °/₀ de nickel, la structure est toujours polyédrique (fig. 11). Les polyèdres montrent parfois des plans de clivage extrêmement accentués.

FIG. 10. — 15 °/₀ de Ni.
Grossissement : 200 diamètres.

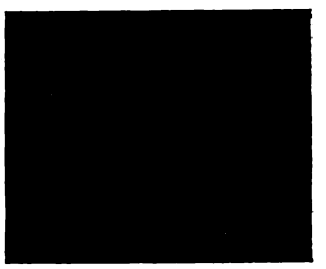


FIG. 11. — 30 °/₀ de Ni.
Grossissement : 200 diamètres.

FIG. 9, 10 et 11. — Aciers bruts de forge à 0,800 °/₀ de carbone.

Le tableau suivant résume les caractéristiques micrographiques des aciers au nickel suivant leur teneur en carbone ; ils rentrent toujours dans les classes suivantes :

CLASSES	CARACTÉRISTIQUES MICROGRAPHIQUES	ACIERS A 0,120 C	ACIERS A 0,250 C	ACIERS A 0,800 C
1re classe. . .	Fer α + perlite	de 0 à 10 °/₀ Ni	de 0 à 7 °/₀ Ni	de 0 à 50 °/₀ Ni
2me classe . .	Martensite pure	de 10 à 27 °/₀ Ni	de 7 à 25 °/₀ Ni	de 5 à 13 °/₀ Ni
3me classe . .	Fer γ	teneur à 27 °/₀	teneur à 25 °/₀	teneur à 15 °/₀

La deuxième classe doit être subdivisée ainsi qu'il a été indiqué.

En résumé, les résultats obtenus, en observant la microstructure des aciers au nickel bruts de forge, sont les suivants :

1° Tous ces aciers peuvent être divisés en trois classes, ainsi que le montre le tableau précédent ;

2° Plus la somme carbone + nickel est grande, plus la teneur en nickel, à laquelle la microstructure change, est faible ;

3° Dans chaque série, le premier acier à structure polyédrique est non-magnétique ;

4° De la microstructure on peut déduire approximativement les propriétés mécaniques de l'acier observé, déclarer notamment s'il est très dur ou dur, à basse ou à haute limite élastique ;

5° On peut même de cette façon déduire la manière dont l'acier se travaillera. C'est ainsi que les aciers appartenant à la troisième classe sont très difficiles à tourner et cela d'autant plus que la teneur en carbone est plus élevée.

En somme, l'étude micrographique des aciers bruts de forge fournit la vérification de l'importante loi établie par M. Osmond et donnant l'équivalence du carbone de trempe, du nickel, du manganèse, etc.

Léon GUILLET,
Docteur ès Sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

Digitized by Google

MINES

LOCOMOTIVES A BENZINE

pour mines grisouteuses

Dans un certain nombre de mines belges, allemandes et autrichiennes, on fait actuellement usage de locomotives à benzine, que l'on munit de dispositifs spéciaux de sûreté, quand elles doivent être employées dans des gisements grisouteux. Nous décrivons sommairement dans ce qui suit deux types particuliers de ces locomotives (1), complétant ainsi les renseignements que nous avons déjà donnés, ici même, à plusieurs reprises (2) sur la traction mécanique souterraine.

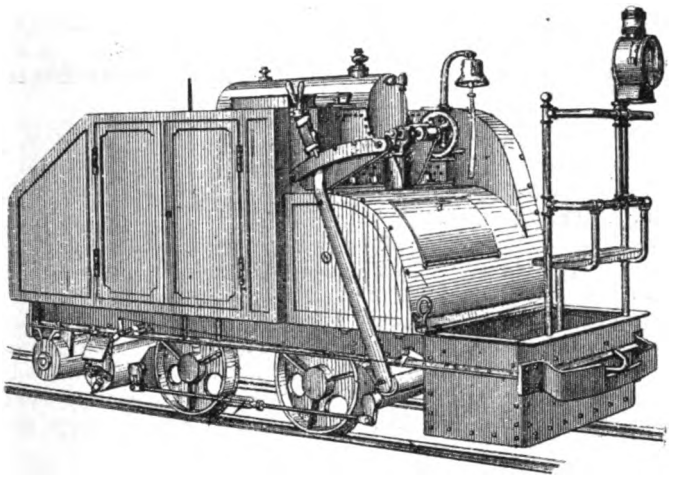


Fig. 1. — Locomotive à benzine.

Les premiers essais pratiques de traction souterraine, au moyen de locomotives à benzine, semblent avoir été faits aux mines de manganèse de Giessen (Grand-Duché de Hesse) il y a environ cinq ans. La locomotive soumise aux essais effectuait le traînage, dans une galerie de 700 mètres de longueur, de convois composés de 25 wagonets, d'un poids total de 25 tonnes. Le moteur à benzine avait une force de 8 chevaux.

Depuis lors, l'emploi de ces locomotives à benzine s'est généralisé, mais il n'a été admis qu'en ces derniers temps, grâce à des perfectionnements de construction, dans les mines grisouteuses où l'on pouvait craindre, soit une projection d'étincelles, soit l'échappement à température trop élevée des gaz de la combustion.

Premier type de locomotive a benzine. — Le type nouveau de locomotive à benzine, que représente la figure 1, est caractérisé par sa robustesse et par ses dimensions réduites, qui en permettent la circulation dans les voies étroites.

Le châssis est formé par un cadre en acier profilé, reposant par l'intermédiaire de ressorts sur les deux essieux moteurs. Sur ce bâti est disposé le moteur à benzine, dont le cylindre, à quatre temps, a

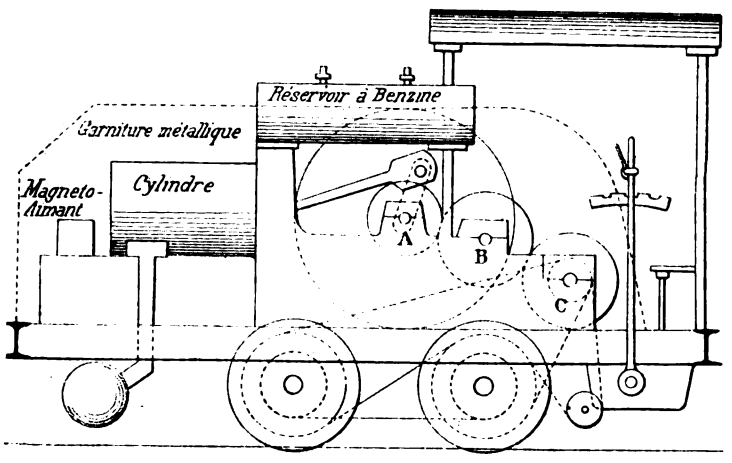


Fig. 2. — Élévation schématique de la locomotive.

un diamètre de 155 millimètres pour une course de piston de 240 millimètres. Un volant de 1 mètre de diamètre régularise la marche. La transmission du mouvement aux essieux de la locomotive se fait de la façon suivante : l'arbre A (fig. 2) commande par engrenages l'arbre B ; celui-ci est pourvu d'un ou de deux cônes de friction de diamètres différents, montés fous sur l'arbre, mais pouvant être calés à l'aide d'un embrayage à friction ; chacun de ces cônes peut transmettre, plus ou moins rapidement, le mouvement, à des vitesses différentes, à l'arbre C qui commande les essieux moteurs ; on peut donc avoir dans l'un ou l'autre cas une ou deux vitesses.

L'arbre C agit sur les essieux par une chaîne de Galle qui tourne toujours dans le même sens, quel que soit le mouvement ; elle passe à

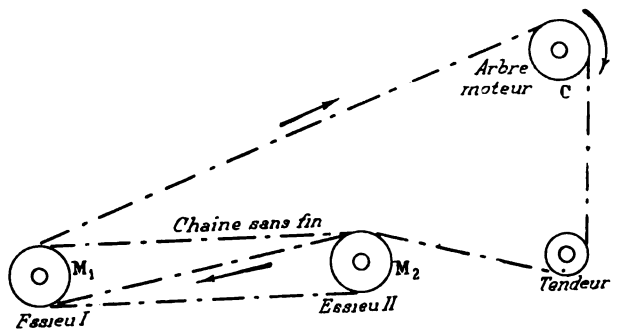


Fig. 3. — Schéma de la transmission de mouvement.

cet effet sur des manchons M (fig. 3), montés fous sur les deux essieux, mais pouvant l'un et l'autre être embrayés par des leviers.

Suivant que l'on embraye l'un ou l'autre des manchons, la locomotive se déplace dans l'un ou l'autre sens, les essieux étant tous deux moteurs, grâce à l'emploi d'une chaine de Galle sans fin, qui les solidarise. Suivant le cône embrayé sur l'arbre B, la locomotive progresse à la vitesse de 1m 20 ou 2 mètres à la seconde. On peut, du reste, modifier la vitesse du moteur en agissant sur le volant régulateur.

Les locomotives à deux vitesses ont une réelle utilité, lorsque les rampes sont assez sensibles, ou quand, sur de grandes distances à parcourir, d'assez longs paliers se présentent où la vitesse de marche peut être accrue.

L'embrayage des cônes de friction pour les changements de vitesses est commandé par un levier, mû lui-même par une vis à manivelle ; celui du changement de marche est commandé par un levier à contrepoids.

La benzine utilisée dans le moteur est contenue dans un réservoir en fer étamé, hermétiquement clos, dont la contenance est calculée pour suffire largement à la consommation journalière de la machine. Lorsque le réservoir est vide, on le remonte au jour pour le remplir ; puis il est ramené au fond, avant la reprise du travail, de sorte que, sans perte de temps, la locomotive est toujours en état de fonctionnement.

La benzine employée pèse environ 600 à 700 kilogr. par mètre cube ; elle s'évapore déjà très rapidement à la température normale et forme alors un mélange détonant naturel. L'injection du liquide dans le moteur se fait par une petite pompe, qui envoie la benzine, à travers une pomme d'arrosoir, dans le canal d'arrivée de l'air. La benzine pulvérisée est entraînée par l'air dans la chambre d'explosion où le mélange détonant est ainsi formé. Ce mélange est alors, une fois le cylindre fermé, comprimé et enflammé.

L'injection de benzine se fait naturellement à chaque coup de piston ; l'inflammation du mélange détonant se produit, comme dans les moteurs Otto, par une étincelle électrique obtenue à l'aide d'un induit contre lequel vient buter une came à chaque admission. Cette came se meut dans le champ magnétique d'un aimant. L'allumeur est formé par une tige isolée, placée dans le cylindre, à laquelle est adossé un petit levier coudé maintenu par un petit ressort à boudin. Au moment même où le courant se produit dans l'électro-aimant, une petite fourchette écarte un peu le levier coudé de la tige d'allumage, et le courant électrique provoque l'étincelle qui enflamme le mélange.

L'inflammation du mélange se fait dans un espace absolument clos, ce qui supprime tout risque d'inflammation des gaz grisouteux.

D'autre part, l'échauffement du moteur est évité par une active circulation d'eau, à l'aide d'une pompe commandée par le moteur qui aspire l'eau d'un réservoir placé sur la locomotive. L'eau du réservoir est changée de temps en temps, quand elle commence à s'échauffer.

Les dispositifs de sûreté précédents sont complétés par certains autres, qui ont pour but d'éviter l'inflammation des gaz ambiants par les gaz de combustion sortant à haute température. A cet effet, on fait passer les gaz chauds, à travers des toiles métalliques refroidissantes, dans un réservoir de grande dimension où ils se détendent.

Ce réservoir est placé sous la locomotive ; l'un de ses côtés est percé d'ouvertures par lesquelles les gaz détendus sortent à une température qui ne dépasse pas 40 degrés.

Pour protéger la locomotive contre l'humidité et les poussières, on a entouré toutes les parties essentielles du mécanisme d'une robuste enveloppe métallique, munie de diverses portes permettant un accès facile au moteur.

(1) D'après l'*Oesterr. Zeitschrift für Bery-und Hüttenwesen.*
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 21. p. 331, et t. XL, n° 3, p. 46.

Digitized by Google

Second type de locomotive. — A côté du type normal de locomotives que nous venons de décrire, on en construit actuellement certains autres, destinés à satisfaire à des *desiderata* particuliers.

Tel est, par exemple, le type construit pour les mines de la Compagnie de Witkowitz, à Mährisch-Ostrau, par la maison Langen et Wolf, caractérisé par ce fait que la locomotive peut être descendue sur les cages des puits sans démontage préalable. Cette condition permet de remonter ou de descendre rapidement la locomotive, à différents étages, pour s'en servir aussitôt. Le moteur de cette locomotive est à deux cylindres jumeaux, situés dans le prolongement l'un de l'autre; l'inflammation s'effectue à l'aide d'une batterie de deux accumulateurs.

Cette locomotive (fig. 4 et 5) n'est pourvue que d'une seule vitesse;

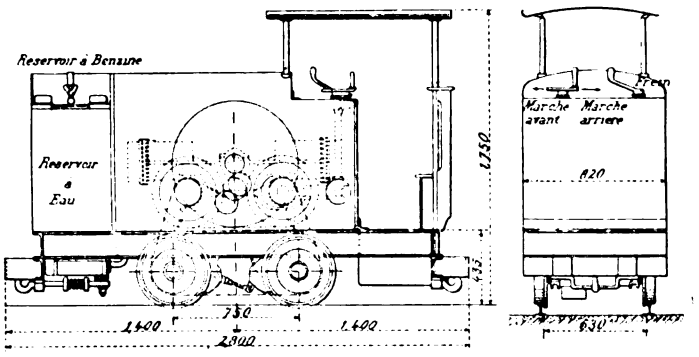


Fig. 4 et 5. — Élévation et vue en bout de la locomotive Langen et Wolf.

mais, comme pour le type que nous venons de décrire, elle comprend un changement de marche. Elle est munie d'un frein à main puissant et d'une cloche d'alarme. Le courant d'allumage produit par ces accumulateurs est renforcé par induction; par mesure de sécurité, tous les organes d'allumage sont enfermés dans une boîte métallique hermétiquement close et dont la porte ne peut être ouverte que par le mécanicien responsable.

L'un des accumulateurs sert, en général, pour l'allumage, l'autre pour l'éclairage des lampes placées sur la locomotive; le premier est rechargé toutes les semaines, le deuxième au bout de vingt-quatre heures. L'accumulateur d'éclairage peut, au besoin, servir pour l'allumage. Les fils conduisant aux lampes sont isolés avec le plus grand soin, pour qu'aucun court-circuit ne puisse se produire. Les dimensions caractéristiques de cette locomotive sont les suivantes :

Longueur totale	mètres.	2,600
Largeur totale	—	0,820
Hauteur, y compris le toit	—	1,750
Largeur de la voie	—	0,530
Distance des essieux	—	0,750

Le poids total de la locomotive est de 3 100 kilogr., sa vitesse de marche, le moteur tournant à 600 tours, est de 6 kilom. à l'heure; la puissance développée est, dans ce cas, de 11 chevaux et permet de remorquer, en palier, un poids de 27 tonnes.

Nous pouvons résumer comme suit les dispositifs de sécurité à adopter pour rendre possible l'emploi des locomotives à benzine dans les mines grisouteuses: nécessité d'avoir un réservoir à benzine absolument hermétique; nécessité de refroidir les gaz sortant du moteur avant de les laisser s'échapper dans l'atmosphère de la mine; enfin nécessité, pour éviter les échauffements du cylindre, d'avoir une circulation active d'eau froide autour de lui.

On pourrait encore, avec ces locomotives, craindre le dégagement d'odeurs et même des gaz nuisibles. Toutefois, il résulte d'observations de M. Kersten, sur la locomotive des mines de Giessen, qu'on ne perçoit aucune odeur dans la galerie où cette machine fonctionne. D'autre part, M. Wolf signale de nombreux essais entrepris par M. Spoth aux mines de Witkowitz, avec la locomotive que nous venons de décrire. Ces essais consistaient à faire circuler la machine pendant un certain temps dans une galerie, à prélever ensuite différents échantillons de l'air circulant dans cette galerie et à faire, au laboratoire, des analyses très minutieuses des échantillons recueillis. On a trouvé, dans ces échantillons, en moyenne 79 % d'azote, 20,8 d'oxygène, 0,05 à 0,10 de CO^2 et des traces de CH^4, mais aucune trace de CO. Le courant d'air est donc à peine altéré par la présence d'une locomotive.

En terminant, nous signalerons, relativement aux locomotives à benzine, les différents prix de revient établis jusqu'à ce jour. M. Wolf l'évalue à 0 fr. 15 par tonne kilométrique, et pense qu'il peut facilement être réduit à 0 fr. 10 ou 0 fr. 11. M. Kersten, dans son étude comparative, évalue l'entretien et la consommation d'une locomotive à 0 fr. 045 par tonne kilométrique; toutefois, ce prix de revient de 0 fr. 045 serait largement dépassé si l'on y faisait entrer en ligne de compte, les frais d'amortissement du matériel et de la ligne. D'après le même auteur, le prix de revient d'exploitation de la tonne-kilomètre d'une locomotive à accumulateurs serait de 10 centimes et ceux d'une locomotive à trolley de 11 centimes environ, en y comprenant l'amortissement des installations.

Ces divers chiffres n'ont qu'une valeur approximative; ils sont extrêmement variables suivant les pays et les conditions générales d'exploitation des mines. Il est possible que le prix de revient de la locomotive à benzine soit inférieur à celui des locomotives d'autres types; toutefois, il est évident que, dans les sièges d'extraction actuels, l'énergie électrique est, en général, produite économiquement et que, par suite, les locomotives électriques trouveront toujours des applications avantageuses.

H. Schmerber,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

VARIÉTÉS

Décision de la Commission d'arbitrage de l'anthracite aux États-Unis.

La Commission d'arbitrage nommée par le président Roosevelt, en vue de trancher le différend qui s'était élevé entre les ouvriers et les directeurs des mines d'anthracite, aux États-Unis, a rendu sa sentence le 21 mars dernier.

On se rappelle que l'entente n'avait pu se faire entre ouvriers et patrons et qu'il en est résulté une grève générale qui a duré six mois. Cette grève a causé une disette d'anthracite, préjudiciable à un grand nombre d'intérêts, et c'est pour faire cesser cet état de choses qui semblait devoir se prolonger, que le président Roosevelt avait nommé cette Commission. Les membres avaient été choisis par lui en nombres égaux parmi les patrons et les délégués ouvriers; ils avaient été acceptés par les deux parties. La décision de la Commission devait être rigoureusement exécutoire.

Les revendications ouvrières, formulées par le Syndicat des ouvriers mineurs réunis d'Amérique, peuvent se résumer comme suit :

1° Une augmentation de salaire pour les ouvriers à la tâche;

2° Une réduction d'heures de travail, sans réduction de salaire, pour les ouvriers travaillant à l'heure ou à la journée;

3° La rémunération du travail des mineurs proprement dits, proportionnellement au poids de charbon extrait, avec un prix minimum imposé et en conservant les différences de prix préexistantes d'une mine à l'autre;

4° La reconnaissance officielle des pouvoirs du Syndicat pour traiter avec les Compagnies houillères, et la création d'un organisme d'entente entre ce Syndicat et les Compagnies en vue de régler les différends futurs.

En principe, la Commission reconnait le bien fondé de ces réclamations puisqu'elle accorde les augmentations de salaires et les réductions d'heures de travail demandées, mais réduites, il est vrai. Elle donne aux ouvriers toutes facilités d'augmenter leurs salaires par une augmentation de production en organisant le système de la rémunération proportionnellement au poids, tel qu'il était demandé. Les employés préposés au pesage et leurs surveillants seront choisis et payés par les mineurs intéressés.

Les décisions de la Commission seront exécutoires jusqu'au 31 mars 1906, à moins d'entente mutuelle des deux parties sur d'autres bases.

La Commission prévoit les conflits nouveaux qui pourraient s'élever au sujet de l'application ou de l'interprétation de la sentence qu'elle vient de rendre; elle prescrit la création de *Chambres de conciliation* permanentes, à raison de une pour trois districts miniers. Chaque chambre sera composée de six membres : un délégué des syndicats ouvriers et un délégué des patrons pour chacun des districts où il existe un syndicat ouvrier. Chacune des parties aura la faculté de choisir et de changer ses délégués comme il lui plaira, tant qu'aucune question ne sera pendante. Dans le cas où aucune majorité ne pourrait s'établir au sein de cette chambre pour prendre une décision, la question sera portée devant un des juges ordinaires placés auprès des tribunaux, et choisi comme arbitre par la chambre. Sa décision sera exécutoire. Dans les deux cas, un délai maximum de délibération est imposé. Aucune suspension de travail par grève ou contre-grève des patrons, ne pourra avoir lieu tant qu'une décision n'aura pas été prise.

La Commission fait un historique de la grève et rappelle que les droits et la liberté reconnus par les lois constitutionnelles aux citoyens sont les mêmes pour les syndiqués et les non-syndiqués. Aucune distinction à l'égard de ces derniers ne peut être faite, ni par les patrons ni par les ouvriers syndiqués. Ces droits avaient besoin d'être confirmés et rappelés. Les syndiqués ne prétendaient pas moins qu'imposer leur volonté aux non-syndiqués, en vertu du droit qu'ont les majorités de faire la loi aux minorités. Ce droit n'existe pas en dehors du domaine politique et ne peut être invoqué, parce qu'il n'est reconnu par aucune loi organique constitutionnelle, et bien qu'en principe il puisse se justifier par les mêmes raisons.

Dans ses considérants, la Commission trouve que le reproche formulé par les ouvriers, que leur salaire n'est plus en rapport avec les besoins de la vie aux États-Unis, n'est pas fondé en général; les salaires dans

Digitized by Google

les mines d'anthracite seraient aussi élevés que dans les autres mines, et leur insuffisance n'obligerait nullement les jeunes enfants à travailler à un âge prématuré.

La Commission ne recommande pas l'emploi de policiers payés par les patrons pour la surveillance des mines, bien que ceux-ci aient fait preuve d'un caractère conciliant pendant la grève, mais recommande une sorte de police régulièrement constituée, nommée et payée par l'État intéressé.

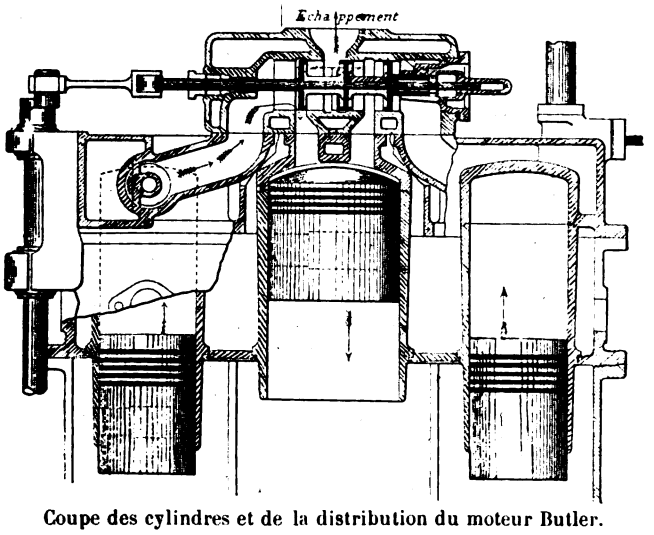
La Commission ne donne aucune réponse à la quatrième demande, parce qu'il ne rentrait pas dans ses attributions de reconnaître ou non l'existence légale du Syndicat des ouvriers mineurs réunis d'Amérique. Elle exprime cependant qu'elle voit dans cette reconnaissance le meilleur moyen de résoudre pacifiquement et rapidement la plupart des questions, et de rendre aux relations entre patrons et ouvriers un peu de la cordialité qui existait autrefois au temps de la petite industrie. Il lui semble même qu'il soit de bonne politique de la part des patrons de favoriser leurs relations avec les ouvriers. Ces relations se font, en effet, par l'intermédiaire des délégués choisis par les ouvriers; ces délégués sont généralement les plus intelligents et les mieux doués d'entre eux, ceux justement avec lesquels il est le plus facile d'écarter rapidement les malentendus, causes de la plupart des conflits. Elle reconnaît cependant que, pour l'instant, il est assez pénible pour les patrons d'entrer en discussion avec un syndicat comme celui des mineurs de la région anthracifère où plus de 20 % des membres sont des jeunes gens de moins de vingt et un ans; à cette occasion, elle émet le vœu que de nouvelles lois en Pennsylvanie élèvent la limite inférieure de l'âge à partir duquel les enfants sont autorisés à travailler dans les mines.

Les patrons trouvent, en outre, que quelques-unes des dispositions statutaires du Syndicat, notamment celles relatives aux grèves, doivent être revisées; la grève générale pourrait être décidée par surprise et sans motifs sérieux suffisants pour la justifier.

La Commission condamne comme contraires à la morale, mais sans pouvoir indiquer aucun moyen légal de les empêcher, le boycottage, la mise en quarantaine et l'emploi des *listes noires* entre patrons.

Moteur à gaz compound, système Butler.

Le moteur à gaz compound, système Butler, dont le *Génie Civil* a déjà donné une description sommaire (1), se compose essentiellement de deux petits cylindres à haute pression (cylindres d'explosion), les manivelles correspondantes ayant même calage, et d'un grand cylindre



Coupe des cylindres et de la distribution du moteur Butler.

à basse pression dont la manivelle est à 180 degrés des précédentes. Les explosions dans les petits cylindres sont distantes de 360 degrés, et un tiroir de distribution, représenté dans la figure ci-contre, empruntée à l'*Iron Age*, envoie à chaque tour les gaz de l'un ou l'autre des petits cylindres dans le grand. Les valves d'admission des cylindres à haute pression sont disposées à la façon ordinaire.

Cette disposition, qui est très simple, semble, au premier abord, laisser beaucoup à désirer au point de vue de l'étanchéité. Toutefois, des essais récents faits dans les conditions normales de fonctionnement, c'est-à-dire avec une vitesse assez grande et avec des différences de pression pas trop élevées, ont prouvé que l'étanchéité est pratiquement suffisante : aucun indice de fuites n'a pu être révélé sur les diagrammes.

Ces essais, effectués par M. James Atkinson, de Manchester, ont donné les résultats suivants :

Durée de l'essai : 1 heure 10 minutes;
Vitesse : 260 tours à la minute;
Puissance mesurée au frein : 84 chevaux métriques;
Consommation : 390 litres de gaz par cheval-heure.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 14, p. 223.

L'économie réalisée dans un moteur à gaz compound, par l'emploi d'un cylindre à basse pression, varie avec le combustible liquide employé; elle n'est appréciable qu'avec l'essence minérale. Le grand cylindre semble contribuer surtout à l'équilibre et à une meilleure répartition des efforts sur l'arbre moteur. Par contre, son emploi entraîne à une complication de la machine dont l'encombrement et les frais d'entretien sont augmentés.

Machine à vapeur à un seul tiroir rotatif système Francke.

On vient de créer, aux États-Unis, un nouveau type de machine à vapeur à grande vitesse, destinée principalement à améliorer le rendement des petites unités motrices.

Cette machine, représentée en coupes verticales par les figures ci-jointes, empruntées à l'*Engineering News*, est à deux cylindres verticaux à simple effet, séparés par la chambre du tiroir.

Les pistons sont très longs, ce qui permet de supprimer leur tige, en reliant directement les bielles aux corps des pistons et en faisant jouer à ceux-ci le rôle des têtes de crosses des machines ordinaires.

Le tiroir, d'un type assez analogue au tiroir Ritter, est constitué par un cylindre creux, fixé par sa partie inférieure à un arbre actionné par l'arbre des manivelles, au moyen d'un engrenage d'angle. L'arbre du tiroir est terminé à sa partie supérieure par un régulateur à boules.

Le tiroir glisse en tournant entre un prolongement cylindrique de la partie supérieure du bâti, qui communique (fig. 2) avec la prise de vapeur et constitue la chambre d'admission et une glace cylindrique fixée dans la chambre du tiroir et percée de quatre orifices héliçoïdaux correspondant aux deux orifices des cylindres.

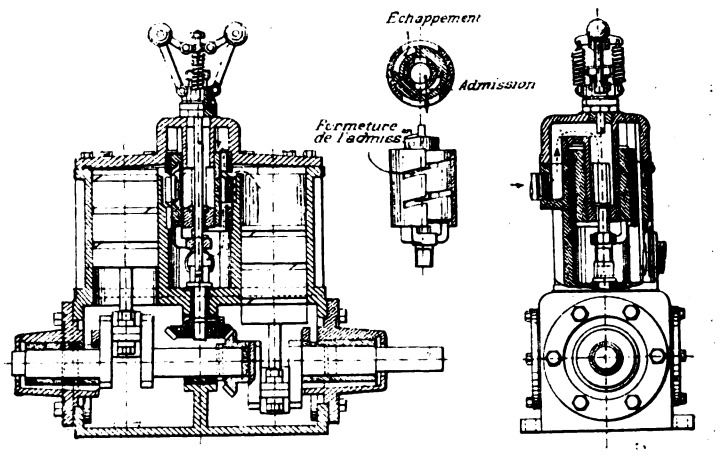


Fig. 1 à 4. — Machine à vapeur à tiroir rotatif.

Le tiroir est muni de deux orifices, un orifice d'admission et un orifice d'échappement, ménagés pour fermer et ouvrir les précédents à intervalles convenables; l'orifice d'échappement est constitué par une rainure verticale, pratiquée à la surface externe du tiroir, sur toute sa longueur; lorsqu'elle coïncide avec l'un des deux groupes d'orifices de la glace, la vapeur s'échappe par cette rainure dans la partie haute et la partie basse de la chambre du tiroir, qui constituent la chambre d'échappement et communiquent ensemble (fig. 2); l'orifice d'admission traverse, au contraire, le tiroir de part en part, de façon à permettre le passage de la vapeur de la chambre d'admission au cylindre. La vapeur traverse successivement d'abord l'un des deux orifices percés dans les parois de cette chambre, vis-à-vis des cylindres; puis les deux orifices héliçoïdaux constituant l'orifice d'admission du tiroir, et enfin les deux orifices héliçoïdaux de la glace.

Le tiroir est équilibré longitudinalement, puisque ses deux extrémités sont soumises à la pression de la vapeur d'échappement.

Lorsque la vitesse de la machine est trop grande, le régulateur soulève le tiroir par un déplacement vertical de son arbre, ce qui avance la fermeture de l'admission par suite de l'inclinaison du bord inférieur de l'orifice d'admission du tiroir, et inversement.

Il est à remarquer que le point où l'admission commence, étant déterminé par le bord vertical de l'orifice d'admission du tiroir et de la glace, n'est pas affecté par le déplacement vertical du tiroir. De même, le point où l'échappement commence et celui où il finit restent toujours les mêmes, de sorte que l'échappement et la compression ne varient pas.

La chambre des manivelles est utilisée pour le graissage de la machine; elle est, en partie, remplie d'huile. Les paliers de l'arbre sont à anneaux graisseurs, les cylindres et l'engrenage sont graissés par les éclaboussures d'huile produites par le mouvement des manivelles.

Le tuyau de vapeur peut être muni d'un graisseur pour le graissage du tiroir.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 17 avril 1903.

Présidence de M. P. Bodin, Président.

I. — M. G. Trélat expose brièvement comment sera organisé le *Génie civil à l'Exposition de Saint-Louis.*

Les Américains ont décidé de créer une nouvelle section qui aura pour titre : « Génie de l'Architecture », et qui comprendra l'application du Génie civil aux habitations, collectives ou privées.

L'architecture, en tant qu'art plastique, se développera dans la section des Beaux-Arts; mais en tant que construction des édifices, elle a sa place dans le département des Arts Libéraux, et trois groupes lui seront affectés : le groupe 25, comprenant les matériaux, procédés et matériel que le Génie civil met en œuvre; le groupe 26, relatif à cette mise en œuvre dans les Travaux publics; et le groupe 27, comprenant l'habitation et tous ses éléments d'aménagement.

II. — M. M. Dibos présente une communication sur les *Sondages de l'atmosphère pour la traversée du Sahara en ballon.*

C'est en 1891 que le capitaine Deburaux publia, dans la *Revue du Génie*, une note sur les voyages aériens au long cours, au moyen de guide-rope. Grâce aux observations puisées dans les Notes des explorateurs et dans les rapports des missions Hourst, Foureau-Lamy, etc., MM. Deburaux et Dibos déterminèrent que les vents alizés, outre leurs cours réguliers connus à la surface des océans, soufflaient aussi en direction constante à la surface des continents et notamment à travers le Sahara.

M. Dibos expose, dans sa communication, le lancement, à Gabès, de ballons-pilotes non montés, guide-ropants, destinés à tracer la voie à suivre pour, de Gabès, gagner le parallèle de Ghadamès où les alizés doivent entraîner l'aérostat monté, à la vitesse de 20 kilom. à l'heure.

Le ballon l'*Éclaireur*, de 50 mètres cubes, fut brisé par les Arabes. Le ballon *Léo Dex* accomplit un parcours de 600 kilom., mais fut ramené par le sirocco vers le sud de la province de Constantine.

Un ballon de 1 000 mètres cubes, le *Transsaharien*, sera plus tard lancé d'un autre point. Enfin suivra le grand ballon de 11 500 mètres cubes, monté par quatre ou six hommes, pouvant franchir 2 400 kilom. et aboutir au Niger.

III. — M. Bénard fait une communication sur les *Installations et le montage des phares du sud de la Mer Rouge.*

Après avoir rappelé les combinaisons qui ont précédé l'adoption du projet dont l'exécution a été confiée par le Sultan à MM. Michel et de Vauréal, administrateurs des phares de l'Empire Ottoman, M. Bénard décrit les travaux de la Commission de reconnaissance envoyée par MM. Michel et de Vauréal pour étudier sur place les conditions d'exécution des phares du sud de la Mer Rouge.

Cette Commission était composée de : MM. Garnier, Ingénieur en Chef de l'Administration des phares de l'Empire Ottoman; Desprat, Commandant des Messageries Maritimes; Aly Riza Bey, Lieutenant de vaisseau de la Marine impériale ottomane, et Bénard, Ingénieur des Arts et Manufactures.

M. Bénard examine, successivement les travaux d'exécution des tours et appareils; l'étude des travaux de maçonnerie avec les dispositions successivement étudiées avant d'arrêter le type définitif; les dispositions spéciales adoptées pour la préservation des bois, de l'eau douce et des parties métalliques; l'établissement des campements sur les îles, avant le commencement des travaux, pour y loger le personnel; l'achat d'un navire et les différents aménagements qui y ont été faits; la composition du personnel.

Il décrit enfin l'exécution, en commençant par un exposé du service fait successivement par un navire de fort tonnage, l'*Afrique*, du 16 octobre 1901 au 20 mai 1902, puis par un navire beaucoup plus petit, le *Scheikh Berkhud*, du 24 avril 1902 au 30 novembre de la même année, et indique l'emploi qui a été fait de samboucks ou boutres arabes, pour aider le service des navires.

La marche du travail sur les différents chantiers n'a pas été interrompue pendant l'été, malgré les températures très élevées (jusqu'à 49 degrés à l'ombre) et sans que le thermomètre soit descendu au-dessous de 39 degrés pendant plus de trois mois consécutifs.

Les travaux étaient terminés vers le milieu de novembre 1902, en avance de deux ans sur le délai accordé.

Un court résumé des travaux montre : que les navires et samboucks ont eu à transporter plus de 10 000 tonnes ; que les chantiers, outre le montage des tours métalliques, ont extrait 14 000 mètres cubes de pierres, construit 5 750 mètres cubes de maçonneries de chaux ou de ciment, pour lesquelles il a été employé 1 050 tonnes de chaux et 300 tonnes de ciment, et en outre 3 036 mètres cubes de maçonnerie de pierres sèches. Chaque chantier a comporté une moyenne de 150 Arabes et de 16 Européens pendant toute la durée du travail. Le service des vivres a dû alimenter en moyenne 600 Arabes et 70 Européens par mois.

M. Quinette de Rochemont, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, félicite M. Bénard des qualités de ténacité et de volonté dont il a dû faire preuve pour mener à bien ces travaux.

A. B.

Académie des Sciences.

Séance du 20 avril 1903.

Astronomie. — *Observation photographique de l'éclipse de lune du 11 avril 1903, à l'Observatoire de Toulouse.* Note de M. Montangerand, présentée par M. Lœwy.

L'éclipse partielle de lune (grandeur de l'éclipse 0,973, le diamètre de l'astre étant 1) du 11 avril dernier a été observée à Toulouse par un ciel très beau. Les expériences de l'auteur ont porté sur l'obtention de l'image de la partie éclipsée de la lune, l'astre étant alors éclairé par les rayons solaires réfractés et colorés par l'atmosphère terrestre.

L'observation était rendue difficile par la faiblesse relative de la hauteur de la lune sur l'horizon et par le mouvement rapide de l'astre en déclinaison, qui compliquait la conduite de l'appareil photographique. En outre, la partie de la lune restée éclairée devait, par son illumination, fortement gêner l'obtention du reste du disque. Onze clichés ont pu être obtenus, avec des plaques Lumière panchromatiques et bleues, et avec les plaques nouvelles extra-sensibles (étiquette violette), enduites, au revers, de vernis anti-halo.

Électricité. — I. — *Sur un galvanomètre enregistreur et un contact tournant, et sur leur emploi au tracé des courbes de courants alternatifs.* Note de M. J. Carpentier, présentée par M. Mascart.

Le galvanomètre que décrit M. Carpentier est du genre Deprez-d'Arsonval; son cadre mobile, disposé horizontalement, porte deux aiguilles pendantes : l'une, indicatrice, en avant de l'aimant, se meut devant un arc divisé ; l'autre, derrière l'aimant, est armée d'une plume et sert à l'enregistrement. La position de repos de l'aiguille peut être fixée tantôt au centre de l'échelle, tantôt à l'une des extrémités, et répondre ainsi à la mesure de courants soit de sens variable, soit de sens constant.

Le second appareil est destiné à l'étude des différences de potentiel d'un courant alternatif par la méthode de Joubert. Ce *contact tournant* comprend d'abord une clef de décharge qui connecte rapidement un condensateur, soit avec le point de contact, soit avec le galvanomètre ; puis, un petit moteur mû par une dérivation du courant à étudier, et qui, tournant en synchronisme avec lui, manœuvre périodiquement la clef de décharge au moyen d'une came.

Le galvanomètre enregistreur se prête particulièrement bien, grâce au mécanisme d'entraînement du papier, au tracé des courbes de courants alternatifs par la méthode du contact tournant.

II. — *Séparation électrique des poudres métalliques de la matière inerte, et de la partie métallique d'un minerai de sa gangue.* Note de M. D. Negreano, présentée par M. Lippmann.

Sur une plaque métallique horizontale isolée, on place le mélange pulvérulent, et l'on réunit la plaque au pôle négatif d'une machine électrostatique. Approchant ensuite de la plaque un disque métallique mobile mis en communication avec le pôle positif de la machine, on constate que la poudre métallique est repoussée et en partie déposée sur la partie supérieure du disque.

On peut remarquer que, dans l'intervalle entre la plaque et le disque, dont l'ensemble forme un condensateur à air, le champ est uniforme et les lignes de force normales au disque ; au voisinage des bords, les lignes de force s'incurvent, de façon à rejoindre, en partant de la plaque, les bords du disque ; c'est justement le chemin suivi par les parcelles métalliques qui viennent s'y déposer.

On peut faire une expérience analogue avec une roche quartzeuse, imprégnée de pyrite. La pyrite est partiellement déposée sur le disque.

III. — *Sur les étincelles électriques.* Note de M. B. Eginitis, présentée par M. Violle.

En étudiant l'influence de la self-induction sur les décharges électriques, on remarque, après un petit maximum des phénomènes lumineux de l'auréole, qu'en augmentant la self-induction, les phénomènes lumineux subissent une diminution très rapide, tandis que la température des pôles augmente extrêmement vite, et atteint un maximum correspondant à un minimum des phénomènes lumineux.

Si l'on continue à augmenter la self-induction, la température des pôles diminue lentement, et présente un minimum, tandis que l'intensité des phénomènes lumineux augmente. Les fils fins deviennent incandescents et présentent quelquefois une grande dissymétrie. Pour certaines valeurs de la self-induction, c'est l'un des pôles seulement, dépendant de la nature du métal, qui devient incandescent. Dans ce cas, le pôle incandescent ne donne pas d'auréole, tandis que le pôle froid est le siège des phénomènes lumineux des étincelles.

Magnétisme. — *Sur l'hystérésis magnétique aux fréquences élevées.* Note de MM. Ch.-Eug. Guye et B. Herzfeld, présentée par M. Lippmann.

Les physiciens sont en complet désaccord pour dire si l'énergie consommée par hystérésis dans un cycle d'aimantation est indépendante de la vitesse avec laquelle ce cycle est parcouru. Ces nombreuses divergences proviennent, en grande partie, de la difficulté d'éliminer totalement les courants de Foucault, et de la difficulté, plus grande encore, de calculer ou d'apprécier leur influence.

Les courants de Foucault sont, en effet, une double cause de perturbation : ils tendent à affaiblir le champ magnétique à l'intérieur du fer, et ils consomment une certaine énergie qu'il est souvent impossible de séparer de celle due à l'hystérésis. Cette double perturbation est fonction de la saturation, de la perméabilité, de la fréquence, ainsi que de la conductibilité et du diamètre du fil.

Les auteurs ont cherché à réduire, autant que possible, cette incertitude, par l'emploi de fils de fer très fins, et en ne mesurant, par une méthode thermique, que l'énergie dissipée dans le fil; il n'y avait donc pas de correction à effectuer pour la puissance consommée dans les enroulements magnétisants. Ces déterminations les ont conduits à admettre que la puissance consommée par hystérésis est bien indépendante de la vitesse avec laquelle le cycle est parcouru. On peut le constater expérimentalement, jusqu'aux environs de 1 200 périodes à la seconde, à la condition d'employer des fils de fer suffisamment fins.

Magnétisme terrestre. — *Sur les propriétés magnétiques de l'atmosphère terrestre.* Note de M. Charles Nordmann, présentée par M. H. Poincaré.

Ayant découvert que l'oxygène est magnétique et que ses propriétés magnétiques diminuent quand on le chauffe, Faraday a montré que le soleil doit, en chauffant successivement les portions de l'atmosphère terrestre qui l'ont à leur zénith, produire un déplacement des lignes de force magnétiques, de la terre qui agit corrélativement sur l'aiguille aimantée. Cette explication séduisante rend compte des particularités de la période diurne de l'aiguille aimantée, aux divers points de la terre, en phase et en direction, c'est-à-dire *qualitativement.*

L'examen fait par M. Nordmann, au moyen des données provenant des instruments emportés par les ballons-sondes et publiées par M. Teisserenc de Bort, l'amène à conclure qu'au point de vue *quantitatif*, l'influence des propriétés magnétiques de l'atmosphère sur le champ terrestre est d'ordre infime.

En outre, contrairement à ce que croyait Faraday, la susceptibilité magnétique de l'air atmosphérique diminue à mesure qu'on s'élève.

A. B.

Digitized by Google

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Le chauffage et la ventilation des ateliers de chemins de fer. — Le *Street Railway*, du 28 mars, reproduit une communication de M. Lyle, relative au chauffage des ateliers par la vapeur d'échappement.

Après avoir montré l'intérêt que présente ce chauffage, l'auteur compare les trois principaux moyens employés : chauffage direct, chauffage par l'eau chaude, chauffage par l'air chaud. Il conclut en faveur de ce dernier procédé, qui consiste à envoyer, dans l'atelier, à l'aide d'un ventilateur, de l'air échauffé par son passage sur des tubes parcourus par la vapeur d'échappement. Ce système a l'avantage de prendre peu d'espace dans l'atelier, d'assurer une égale répartition de la chaleur, et de ventiler en même temps. On emploie généralement des ventilateurs centrifuges, tournant à une vitesse périphérique de 1 400 à 1 600 mètres par minute, et donnant une pression de $^5/_{1000}$ d'atmosphère environ.

Les conduits sont, en général, en fer galvanisé, posés dans la charpente, avec bouches tous les 4 à 6 mètres, à 2m 50 à 6 mètres au-dessus du sol. La tendance actuelle est d'employer de grands volumes d'air, à des températures pas trop élevées, l'air sortant à une vitesse de 250 à 360 mètres par minute. On emploie quelquefois aussi des conduits souterrains, en se servant, comme tubes de décharge, des colonnes creuses qui font partie de la charpente. Enfin, l'air est quelquefois amené à la partie supérieure du bâtiment, pour être aspiré à nouveau au voisinage du sol. L'appareil doit être prévu pour prendre l'air à volonté au dehors ou dans le local à chauffer. On obtient quelquefois un meilleur résultat en prenant au dehors une partie de l'air, qu'en reprenant exclusivement l'air intérieur.

Le moteur employé pour la commande du ventilateur peut être électrique ou à vapeur, ce dernier étant à recommander lorsque la vapeur d'échappement est en quantité insuffisante.

L'auteur termine par divers renseignements sur la puissance absorbée par les ventilateurs.

Nouveau système d'essieux pour chemins de fer. — M. Reuleaux a présenté aux membres du *Verein für Eisenbahnkunde* une communication sur un système d'essieux en acier forgé à la presse, que reproduisent les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 1er avril. Ces essieux américains sont fabriqués en acier Martin au nickel ou au carbone, suivant les cas, et de résistance définie par les épreuves imposées en Amérique.

Le bloc de métal réchauffé est porté sous une forte presse hydraulique et inséré entre deux matrices qui lui donnent, par pression, son gabarit extérieur, pendant que deux petites presses auxiliaires, qui font face aux deux extrémités de l'essieu, et dont les axes des pistons coïncident avec l'axe de l'essieu, refoulent dans cet essieu deux tiges d'acier qui produisent sur les fusées un forgeage intérieur qui s'ajoute au forgeage extérieur dû aux matrices. Ces essieux sont donc à fusées creuses.

L'auteur fait ressortir les avantages de cette méthode de fabrication et l'uniformité des résultats que permet d'obtenir ce travail tout mécanique, appliqué à un métal de composition rigoureusement définie.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Nouvelle éprouvette à gaz explosifs. — L'*Engineering Record*, du 7 mars, publie des résultats d'essais faits par M. Joseph W. Ellms en vue de déterminer la composition de l'atmosphère des mines dans lesquelles se produisent des émanations de gaz combustibles.

Ces essais devaient être faits rapidement et plusieurs fois par jour, de façon à pouvoir prendre immédiatement les dispositions propres à écarter tout danger d'explosion. On dut renoncer à l'analyse chimique parce qu'elle est beaucoup trop longue, et on employa l'« éprouvette à gaz Shaw », qui ne donne pas, il est vrai, la composition chimique, mais qui détermine rapidement et d'une façon suffisamment exacte, en pratique, la quantité de gaz combustibles entrant dans la composition de l'air essayé ou, plus simplement, sa force explosive. L'appareil n'est pas tout à fait nouveau et a déjà donné de bons résultats dans d'autres exploitations minières, mais c'est M. Ellms qui, le premier, s'en est servi d'une façon systématique et en a contrôlé les résultats. En moins d'une année, il a fait plus de 1 800 essais avec ce petit appareil.

Le principe de la méthode consiste à mélanger l'air à analyser avec du gaz d'éclairage ordinaire dans des proportions telles que le mélange ait un pouvoir explosif déterminé et constant. Pour réaliser cette constance, on fait exploser le mélange dans un canon de fusil; l'explosion doit avoir exactement assez de puissance pour lancer un projectile sur un timbre métallique qui doit sonner. Supposons que 6 de gaz de ville pour 100 d'air vicié soient exactement suffisants pour atteindre ce résultat; si l'on répète la même expérience avec de l'air pur, et s'il faut employer 8 °/o de gaz de ville, on en conclut que l'air vicié renferme 2 °/o de gaz combustibles évalués en gaz d'éclairage. On lit directement ce résultat sur l'appareil lui-même.

L'auteur de cette étude décrit en détail l'appareil qui a servi aux expériences; il insiste sur les précautions à observer au moment de la prise d'échantillon qui doit être faite en des points très différents du chantier. Il recommande de faire une prise d'échantillon supplémentaire, au sommet du front de taille, dans la partie où les gaz combustibles s'accumulent en raison de leur faible densité.

CONSTRUCTIONS CIVILES

L'orphelinat de Munich. — La création d'un orphelinat dans cette ville remonte à 1605 et, après plusieurs changements et réunions d'établissements similaires, cette institution s'est perpétuée jusqu'à aujourd'hui; elle a pris récemment possession du nouvel édifice qui lui a été construit de 1896 à 1899, et que décrit M. Grassel dans la *Schweizerische Bauzeitung*, des 21 mars et 4 avril.

Le nouvel orphelinat est situé à l'ouest du château royal, où il occupe 2 hectares et demi. Tous les services sont réunis dans un bâtiment faisant face au canal du château, et surélevé en terrasse. Par derrière, se trouvent les cours et gymnases, les bâtiments de service, le potager, la basse-cour. L'édifice comprend un sous-sol, un rez-de-chaussée et deux étages; les bureaux de la direction et les salles communes occupent la partie centrale, les salles de garçons occupent l'aile nord et celles des filles l'aile sud; les autres ailes sont destinées aux cuisines et réfectoires, à l'infirmerie, au personnel.

Les approvisionnements, le calorifère, les ateliers sont au sous-sol; les salles de travail, de fêtes, de musique, le réfectoire, les cuisines, au rez-de-chaussée; les dortoirs, lingeries, infirmerie et salles de bains dans les étages supérieurs.

Le cube d'air ménagé par enfant est de 8 mètres dans les salles de travail, 20 mètres dans les dortoirs, 31 mètres à l'infirmerie. Toutes les précautions d'hygiène et de sécurité contre l'incendie sont observées; le chauffage est obtenu par la vapeur à basse pression de chaudières qui desservent en outre la distribution d'eau chaude. La décoration des pièces est agréable aux yeux des enfants en même temps qu'instructive et artistique. Les annexes comprennent une grande buanderie avec séchoirs et deux chambres d'isolement pour malades, puis les étables, remises, etc., enfin, une orangerie et une serre chaude.

La dépense totale a été de 1 586 000 francs; soit 6 750 francs par place de pupille dans cet établissement.

ÉLECTRICITÉ

L'exploitation électrique des grandes lignes de chemins de fer. — M. Reichel, Ingénieur de la maison Siemens et Halske, a présenté aux membres de la *Verein für Eisenbahnkunde* une communication sur les progrès récents de l'exploitation électrique des chemins de fer, reproduite dans les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 1er avril.

L'auteur rappelle les expériences de traction à grande vitesse sur la ligne Marienfeld-Zossen (1), par MM. Siemens et Halske, et insiste sur l'importance de la construction des véhicules qui doivent supporter de grandes vitesses et des installations à très haute tension. Il décrit sommairement les moteurs triphasés à 10 000 volts sous 20 ampères, qui semblent préférables aux moteurs basse tension compliqués de transformateurs, et reproduit les courbes caractéristiques de leur fonctionnement. Il préconise pour les voitures automobiles deux bogies à quatre essieux chacun, dont deux essieux intérieurs à roues de grand diamètre portant les moteurs principaux, et deux essieux extérieurs à roues de diamètre moindre, dont les moteurs peuvent être couplés en cascade avec les précédents. Pour les locomotives il recommande des bogies à trois essieux, dont deux reçoivent par des bielles l'effort développé sur l'axe des deux moteurs placés sur chaque bogie. On évite ainsi les mouvements de lacet qui se produiraient avec des moteurs montés directement sur les essieux extrêmes de la locomotive.

L'auteur passe en revue les diverses sortes de courants dont dispose actuellement la traction électrique :

Courant continu jusqu'à 800 volts environ, recueilli sur un troisième rail;

Courant alternatif monophasé, employé par les Sociétés Westinghouse et d'Erlikon, avec des combinaisons différentes, sous 1 000 volts par la première, sous 10 000 volts par la seconde;

Courant triphasé haute tension, jusqu'à 3 000 volts, employé par les maisons Brown Boweri et Ganz;

Courant triphasé à très haute tension (10 000 volts), employé dans les expériences de la maison Siemens et Halske pour la traction à grande vitesse.

Il conclut en comparant les conditions d'établissement et d'exploitation d'une ligne de 150 kilom. à parcourir en une heure environ soit au moyen de la vapeur, soit au moyen de l'électricité, et en faisant ressortir les avantages de l'exploitation électrique.

HYGIÈNE

Effets du déversement des égouts dans les fleuves. — L'*Engineering News*, du 19 février, donne les résultats d'une enquête, faite en Angleterre, par M. R. Boyce et M. C. Fraye, pour déterminer jusqu'à quel point la Severn est contaminée par les égouts de Shrewsbury, et pour savoir si l'eau du fleuve, prise en amont de la ville, est de qualité suffisante pour les usages domestiques auxquels elle est destinée.

Les conclusions principales de ce rapport sont les suivantes :

1° La présence du *bacille coli* dans une eau est la meilleure preuve de sa contamination par les égouts. Le nombre de bacilles coli par centimètre cube mesure le degré de contamination;

2° Les eaux des conduits de drainage ne renferment le bacille coli qu'exceptionnellement, celles des ruisseaux à ciel ouvert le renferment presque toujours; il y a lieu de chercher un moyen pratique de stériliser ces eaux dont le débit est faible, mais ininterrompu, et dont l'apport en bactéries peut être considérable, tout au moins sur quelques kilomètres en amont des prises d'eau d'alimentation des villes;

3° Le déversement des égouts, non seulement infecte le fleuve sur une très grande longueur (près de 100 kilom.), mais provoque encore le dépôt d'une boue vaseuse sur une longueur de plusieurs kilomètres. Cette vase renferme plus de bactéries que l'eau elle-même et conserve plus longtemps les causes d'infection, mais il ne semble pas que le bacille coli et les autres bacilles, pathogènes ou non, puissent se multiplier ni dans l'eau du fleuve, ni dans cette vase;

4° Il y a un rapport constant entre le nombre total de bactéries et le nombre de bacilles coli; la teneur en bactéries varie selon les différents points d'une même section transversale, dans l'eau comme dans la vase; il y a lieu, pour les dosages, de faire une moyenne des prises d'échantillons;

5° La vase du fond et des bords immergés est le siège d'une fermentation anaérobie, celle des berges laissées à découvert et humides est le siège d'une fermentation aérobie. Toutes deux sont très actives et ont pour effet de transformer la matière organique solide ou en solution, en matière minérale. Cette destruction est aidée par les végétaux et par les animaux, qui s'assimilent directement ou indirectement les produits qui en résultent. Il convient donc de favoriser la végétation et la vie animale en ne déversant pas, en trop grandes quantités, dans le fleuve, des substances chimiques qui peuvent agir comme de véritables poisons organiques.

Toutes ces constatations, de nature bactériologique, sont confirmées par l'analyse chimique.

Les conclusions de ce travail ne sont applicables qu'au cas particulier auquel il se rapporte. Il est vrai que les 600 bacilles coli par centimètre cube

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 11, p. 161, et n° 12, p. 177.

Digitized by Google

que la Severn renferme au point le plus souillé, disparaissent assez vite pour qu'à 25 kilom. en aval l'eau puisse être considérée de nouveau comme potable, mais il n'en serait pas de même si, au lieu de Shrewsbury qui n'a que que 29 000 habitants, il s'agissait d'une très grande ville traversée par un fleuve analogue à la Severn ou de débit moindre.

MÉCANIQUE

Sur la théorie des régulateurs des machines à vapeur. — M. Dwelshauvers-Dery, professeur à l'Université de Liège, ajoute, dans la *Revue de Mécanique*, du 31 janvier, quelques considérations au mémoire si complet que M. Lecornu a publié dans la même revue sur les régulateurs de vitesse. Il estime, en effet, que sa méthode d'auscultation des régulateurs, dont M. Lecornu donne d'ailleurs un aperçu au début de son travail, peut mettre en relief des faits importants qui échappent à la théorie ordinaire basée sur la considération d'une seule vitesse comprise entre les vitesses d'équilibre, au lieu de ces deux vitesses elles-mêmes. Ainsi, au point de vue du degré d'isochronisme particulièrement, la théorie ordinaire peut attribuer à un régulateur des qualités qu'il ne possède nullement, et notamment le déclarer exactement isochrone, alors qu'il ne l'est nullement et qu'il fonctionne même à contresens.

La théorie ordinaire ne considère, en effet, que la vitesse angulaire u, déduite de l'équation exprimant que la somme des travaux virtuels de la force centrifuge des boules, de leurs poids et de celui du manchon, égale au travail virtuel de leur résistance, est égale à zéro. M. Dwelshauvers-Dery montre qu'il existe deux vitesses w et v, d'équilibre réel, entre lesquelles le manchon reste en place sans bouger; le régulateur est donc incapable de corriger les écarts de régime de la machine tant que la vitesse ne sort pas de ces limites w et v.

Partant de ces données, l'auteur passe en revue le régulateur de Watt, l'isochronisme, les régulateurs de Rankine, d'Andrade et de Buss; il termine sa Note en faisant remarquer que la théorie ordinaire, ne prenant en considération que la vitesse de nulle tendance u au lieu des vitesses d'équilibre w et v, est impropre à faire connaître la vraie manière de se comporter du régulateur dans la pratique. C'est sur les vitesses d'équilibre w et v qu'il faut baser tout raisonnement pour arriver à la connaissance des qualités réelles d'un régulateur.

La méthode de M. Dery montre que l'on peut composer des régulateurs des modèles les plus simples, celui de Watt, par exemple, qui jouent, aussi parfaitement que les modèles les plus compliqués, le rôle assigné par la pratique à cet organe essentiel d'une machine : rester inerte tant que la vitesse de la machine est celle du régime voulu, ramener la vitesse entre les limites tolérées quand elle en est sortie, l'y maintenir quelle que soit la charge utile.

MÉTALLURGIE

Résistance des coquilles de moulage. — La solidité des coquilles employées dans les fonderies n'est pas sans influence sur le prix de revient des lingots, en raison du capital que représente le parc à lingotières d'une grande aciérie et des sommes qu'absorbe son amortissement. Il convient donc de leur faire supporter le plus grand nombre possible de coulées. La bonne qualité des lingots et leur aspect extérieur dépendent d'ailleurs de la qualité des coquilles.

Le *Stahl und Eisen*, du 15 mars, montre quelle doit être la composition chimique de la fonte destinée aux coquilles. On doit, tout d'abord, pour cette fonte, éviter l'emploi de certains minerais de fer contenant beaucoup d'arsenic. Il faut également se préoccuper de l'épaisseur des parois et de la température du métal qu'on y coule.

Les dimensions de chaque partie seront calculées de façon que le refroidissement du lingot soit à peu près uniforme. Ainsi, pour des lingots de section horizontale rectangulaire, l'épaisseur des parois sera minimum aux quatre sommets du rectangle et maximum au milieu des côtés de la section. De même, une coquille à section polygonale, dont l'épaisseur ne serait pas renforcée sur le milieu des côtés de ce polygone, risquerait de se déformer rapidement par l'ouverture des angles intérieurs du polygone. Il convient de renforcer particulièrement la partie inférieure de la lingotière, plus exposée au refroidissement, de sorte que sa surface externe soit analogue à un cône dont la base repose sur le sol de la fonderie. C'est au constructeur à répartir judicieusement, soit en coupe verticale, soit en coupe horizontale, la quantité de matière dont il dispose pour une coquille de dimensions fixées, de façon à en tirer le meilleur parti. Les essais de bordure inférieure en fer forgé n'ont pas réussi en raison des inégalités de dilatation du fer et de la fonte.

Il est encore important de distinguer si la coulée a lieu en fosse, ou, comme c'est surtout l'usage en Amérique, dans des lingotières sur chariots; dans ce cas, le démoulage est plus facile, plus rapide, l'échauffement de la coquille moindre et son refroidissement plus uniforme; ce dernier point amène diverses aciéries à tremper dans l'eau les coquilles après démoulage.

Une excellente fonte de moulage, un tracé rationnel du gabarit, et un emploi quotidien judicieux sont, en résumé, les facteurs qui concourent à assurer une longue durée aux lingotières.

TRAMWAYS

La construction des dépôts de voitures de tramways. — Le *Street Railway*, du 14 mars, publie une étude sur la construction des dépôts destinés aux voitures de tramways, étude dans laquelle l'auteur se place particulièrement au point de vue des risques d'incendie. Les précautions qu'il recommande sont les suivantes :

Division du dépôt en plusieurs sections séparées par des murs incombustibles, chaque section ayant environ 450 mètres carrés, et, en tout cas, jamais plus de 1 800 mètres carrés;

Emploi de murs de défense en briques, sans ouvertures, ou avec le moins possible d'ouvertures, pouvant se fermer par des portes roulantes incombustibles. Ces murs doivent se prolonger de 1 mètre au-dessus du toit;

Emploi de charpente en bois, ou de charpente en fer protégée. L'affaissement des charpentes en fer nu, au début d'un incendie, empêche souvent de sortir les voitures et cause ainsi leur destruction;

Vitraux en verre armé; sol en béton ou en brique; planchers en bois épais au-dessus du premier étage;

Fosses pour une seule voie, en briques, ou avec fond en béton; escaliers de fosses en fer ou en matière incombustible. Les fosses doivent toutes se trouver dans la même section, et à l'arrière du bâtiment; éclairage électrique installé avec un soin spécial; canalisation des fosses montée dans des tubes en fer. Les fosses doivent être pourvues d'assez de lampes pour éviter l'emploi de lampes portatives;

Portes automatiques aux baies d'escaliers ou d'ascenseurs;

Chauffage à la vapeur ou à l'eau chaude;

Les ateliers, tels que menuiserie, peinture, forge, doivent être limités à une seule section;

Le secours contre l'incendie doit être assuré par une canalisation d'eau sous pression, avec tubes d'au moins 50 millimètres, et par un extincteur chimique tous les 200 mètres carrés;

Les huiles, peintures, lampes, etc., doivent être conservées dans une construction spéciale.

Après l'exposé de ces principes généraux, l'auteur décrit plusieurs dépôts exécutés, en faisant ressortir les inconvénients qu'ils présentaient.

TRAVAUX PUBLICS

Canal de dérivation de la rivière Yazoo, à Vicksburg (États-Unis). — La ville de Vicksburg, bâtie sur la rive gauche du Mississipi, auprès d'une boucle accentuée de ce fleuve, s'est trouvée brusquement éloignée de celui-ci, par suite d'un déplacement du lit. En 1876, en effet, le Mississipi fit une brèche dans la bande de terre qu'il contournait jusqu'alors et, dans l'espace d'une journée, la ville n'eut plus devant elle qu'une lagune peu profonde.

Pour remédier au préjudice résultant de ce fait pour le commerce fluvial de Vicksburg, on vient de faire exécuter des travaux dans le but de détourner le cours de la rivière Yazoo, qui, précédemment, se jetait à quelques kilomètres en amont de Vicksburg, et d'amener ses eaux dans l'ancien lit du Mississipi.

L'*Engineering News*, du 12 mars, donne la description de ces travaux.

Après avoir fait l'historique du projet, l'auteur énumère les ouvrages à exécuter, leurs conditions d'exécution, l'ordre de ces travaux et les méthodes employées. Tous ces travaux ont été exécutés à l'aide de dragues : deux dragues centrifuges de 200 mètres cubes à l'heure et une drague à mâchoires de 75 mètres cubes à l'heure.

L'ouvrage principal est un canal de 15 kilom. environ de longueur et 25 mètres de largeur au plafond. On a également construit une digue de 5 mètres environ de hauteur moyenne, pour empêcher les eaux de la rivière Yazoo de passer du côté de la langue de terre opposé à la ville, partie de la lagune appelée lac Centennial; mais on n'établit aucun barrage de la rivière Yazoo.

Les premiers travaux furent la construction de digues en terre pour fermer les issues du lac Centennial, dans le but de maintenir une profondeur suffisante aux basses eaux du Mississipi pour le dragage du canal.

Pour éviter la destruction de ces digues, par l'irruption des hautes eaux dans le lac, on établit à leur partie supérieure des déversoirs en planches.

L'auteur termine en donnant quelques renseignements sur les dragues employées; une disposition spéciale permet de donner à la drague à mâchoires un mouvement pour draguer une largeur de 70 mètres environ.

Ces travaux, achevés en 1902, ont nécessité un mouvement de terres de plus de 4 200 000 mètres cubes et coûté près de 6 millions.

Ouvrages récemment parus.

Cartels et Trusts, par M. Ét. Martin-Saint-Léon. — Un volume in-12 de 248 pages (*Bibliothèque d'Économie sociale*). — Victor Lecoffre, éditeur, Paris, 1903. — Prix : 2 francs.

L'auteur de cet ouvrage, mettant à profit les grands travaux publiés sur les cartels et les trusts, aux États-Unis et dans les pays de langue germanique, a entrepris de donner sous une forme condensée un exposé méthodique de la question. Il retrace les causes qui ont déterminé la formation de ces combinaisons; il décrit leur organisation financière, leurs procédés commerciaux; il analyse leur influence sur les conditions du travail, sur les prix de vente, sur l'état social; il examine enfin, au point de vue des intérêts français, l'hypothèse d'un conflit économique entre l'Europe et l'Amérique en indiquant quel devrait être, d'après lui, le rôle de la France en pareille occurence.

Die Gebläse, par Albrecht von Ihering. — *Deuxième édition*. — Un volume in-8° de 752 pages, avec 522 figures dans le texte et 11 planches hors texte. — Julius Springer, éditeur, Berlin, 1903. — Prix : relié, 20 marks.

L'ouvrage de M. A. von Ihering est consacré aux machines soufflantes, aux compresseurs d'air et aux machines à faire le vide. Il a pour objet l'étude détaillée de leur construction et de leur calcul.

L'auteur, dans la première partie de cet ouvrage, fait une étude descriptive des machines soufflantes : machines à piston, compresseurs d'air sec et humide, compresseurs à pression d'eau, organes de distribution de ces machines, compresseurs compound. Il décrit ensuite les pompes à air, les ventilateurs, les ventilateurs héliçoïdes et les injecteurs.

Dans la deuxième partie, il aborde le calcul de ces divers appareils. Il évalue le travail de compression de l'air sec et humide, l'influence des espaces nuisibles sur le rendement, le rendement dynamique. Il fait la théorie des compresseurs compound, celle des pompes à air et des compresseurs à tiroirs. Il donne enfin quelques résultats d'essais relatifs à ces divers appareils. Les derniers chapitres sont consacrés au calcul des ventilateurs et injecteurs.

Dorure, argenture, nickelage, galvanoplastie, par E. Keignart. — Un volume in-8° de 332 pages, avec 98 figures. — Édité par l'Auteur, Paris, 1903. — Prix : 5 francs.

L'auteur de ce manuel s'est attaché, en s'aidant de son expérience personnelle, à faire un résumé des connaissances pratiques actuelles relatives à la dorure, l'argenture, le nickelage et la galvanoplastie. Il étudie d'abord la dorure au mercure, la dorure au trempé et la dorure galvanique, en insistant sur la préparation des bains; il décrit ensuite méthodiquement les opérations successives de l'argenture, du nickelage et de la galvanoplastie.

Un chapitre spécial est consacré aux dépôts métalliques divers : cobaltage, platinage, étamage, zingage, bronzage, métallochromie.

Le Gérant : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 2 N° 1091. Samedi 9 Mai 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro :** 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics :** Le viaduc du Viaur sur la ligne de Carmaux à Rodez *(planche II) (suite et fin)*, p. 17; Henry Martin. — **Métallurgie :** Recherches sur les aciers au nickel *(suite)*, p. 23; Léon Guillet. — **Chemins de fer :** La traction électrique par accumulateurs sur les chemins de fer italiens, p. 27. — **Jurisprudence :** De la responsabilité des accidents du travail dans les établissements hospitaliers ou de bienfaisance, p. 28; Louis Rachou. — **Variétés :** Pavage avec fondation en béton armé, p. 29; — Le voilier à sept mâts *Thomas W. Lawson*, p. 29; — Distributeur de sable, système Francq, p. 29.

Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (27 avril 1903) p. 30.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 30; — Ouvrages récemment parus, p. 32.

Informations : Essai d'une locomotive française en Angleterre, p. 32; — Les chaudières du contre-torpilleur *Arquebuse*, p. 32; — V^e^ Congrès international de Chimie appliquée, Berlin, 2-8 juin 1903, p. 32; — II^e^ Congrès international d'Automobilisme, Paris, 15-20 juin 1903, p. 32.

Planche II : Le viaduc du Viaur : Détails de construction.

TRAVAUX PUBLICS

LE VIADUC DU VIAUR

sur la ligne de Carmaux à Rodez.

(Planche II. — Suite et fin[1].)

Montage de la partie métallique de l'ouvrage. — Le montage de la partie métallique du viaduc du Viaur a été commencé vers le milieu de l'année 1898, après que l'on eût terminé la construction des échafaudages nécessaires.

Le programme, que les Ingénieurs de la Société de Construction des Batignolles s'étaient tracé, consistait à édifier d'abord les deux encorbellements, au moyen d'échafaudages fixes. Après l'achèvement de ces deux parties de l'ouvrage, on devait lester et ancrer les extrémités de ces encorbellements, de manière à pouvoir continuer en porte à faux la construction de l'arche centrale, l'emploi de tout échafaudage fixe devenant alors pratiquement impossible.

On a pu se rendre compte, d'après la description du viaduc, que les pièces qui le constituent ont une grande longueur et un grand poids. Il n'a donc pas été possible de les expédier terminées sur le chantier. On s'est contenté de les présenter dans les ateliers, afin de s'assurer de la régularité des assemblages, puis on les a expédiées sur le chantier.

Non loin du chantier de montage proprement dit (fig. 1, pl. II), on avait nivelé une aire sensiblement horizontale, sur laquelle on a tracé l'épure d'une demi-ferme. On a aussi tracé les épures des entretoises et des contreventements. On a pu alors procéder au montage à plat des différentes pièces, et, après assemblage, à l'agrandissement au foret de tous les trous de rivets.

On a ensuite effectué le rivetage des différents tronçons de barres divisés en longueur et poids suffisamment faibles pour que la mise en place ne présentât pas de difficultés. Ces tronçons avaient, en général, des longueurs de 5 à 8 mètres et un poids ne dépassant pas 4 tonnes.

L'échafaudage pour le montage des encorbellements enveloppait

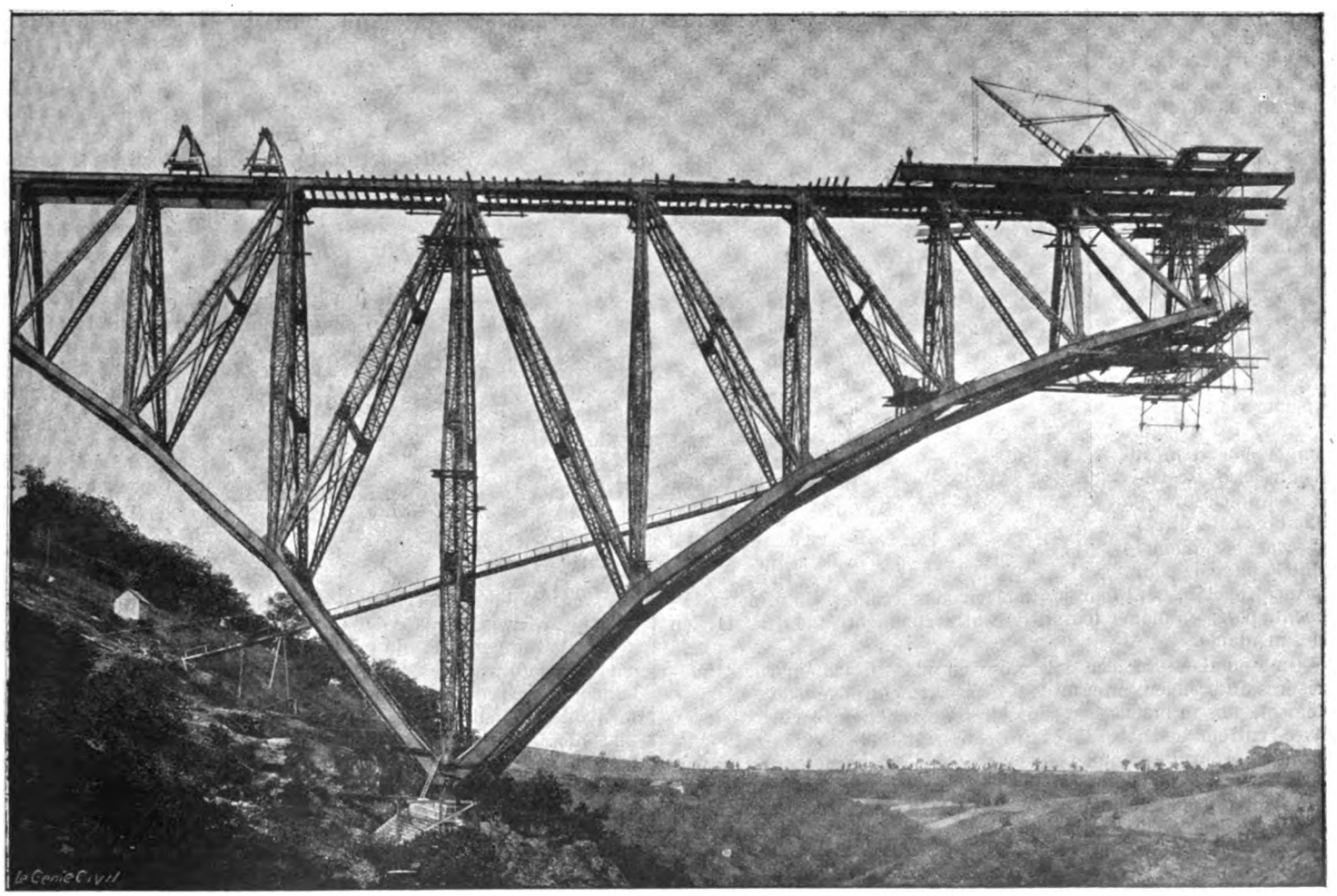


Fig. 1. — Le viaduc du Viaur : Montage en porte à faux de la travée centrale.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 1 p. 1.

Digitized by Google

presque complètement la partie métallique que l'on devait construire. Il était destiné à fournir les points d'appui ou d'amarrage nécessaires pour le levage et la mise en place des pièces.

Cet échafaudage présentait, en élévation, une longueur de 73m 60 et sa hauteur variait de 26 à 64 mètres (fig. 3, 6 et 7). Il se composait, en réalité, de cinq pylônes distincts, coïncidant avec les nœuds de la membrure inférieure de l'encorbellement; la solidarité entre ces pylônes était simplement établie à leur partie supérieure. La plus grande largeur à la base de cet échafaudage atteignait 32m 50. Il était, d'ailleurs, complété par une série de palées en charpente indépendantes des pylônes. A la partie supérieure de l'échafaudage, on avait installé un chariot roulant qui portait lui-même des treuils pouvant se déplacer perpendiculairement à la voie de ce dernier.

Après l'exécution de l'un des encorbellements l'échafaudage a été démonté et reconstruit à l'autre extrémité de l'ouvrage.

On a commencé le montage par la mise en place des deux montants de culée, qui établissent la jonction de l'articulation de naissance avec la membrure supérieure. On a posé, en même temps, l'entretoise transversale inférieure reliant ces deux pièces à leur base, ainsi que la pièce de pont principale établissant leur jonction en leur sommet. On a, naturellement, posé, en même temps, le contreventement situé dans le plan des montants.

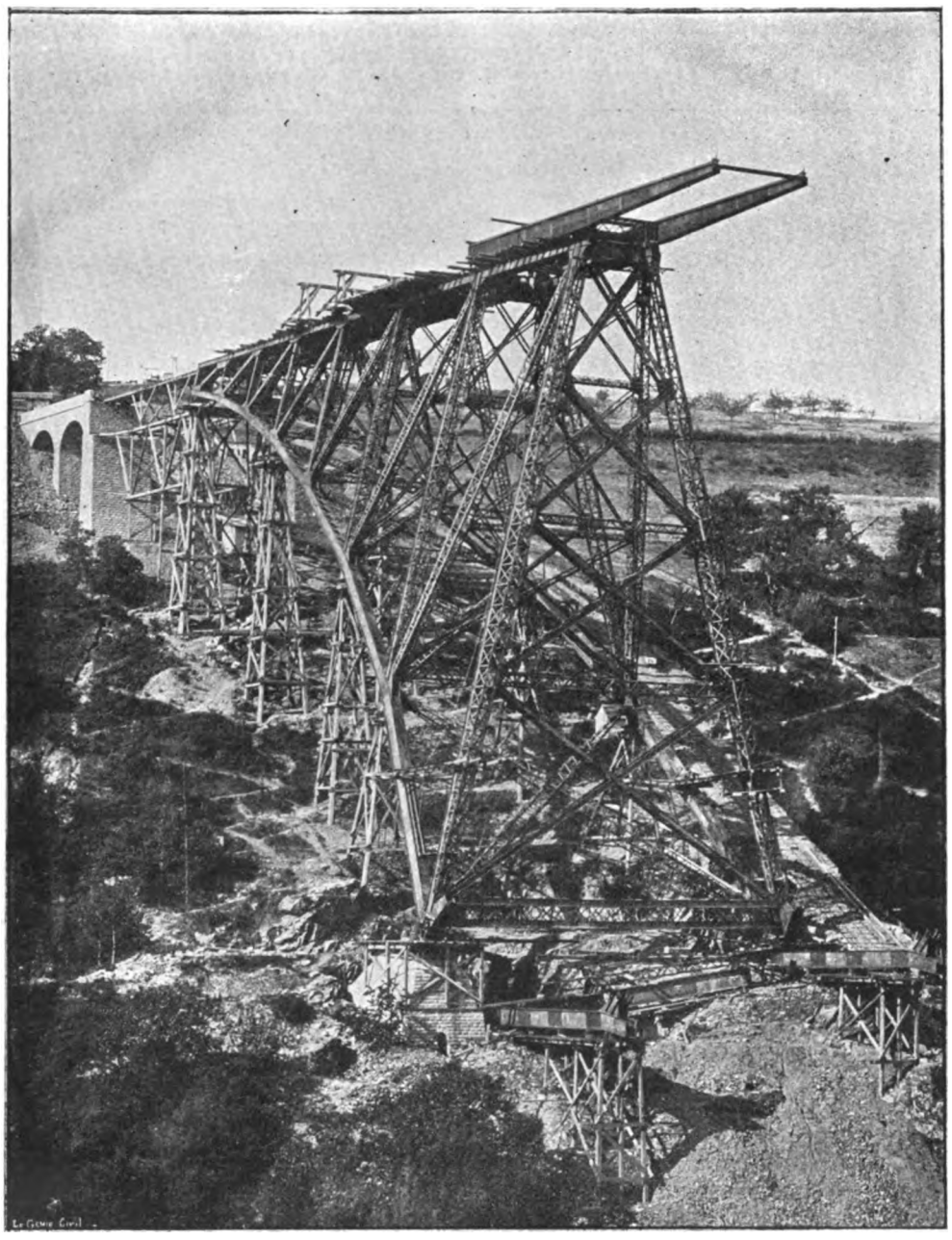


Fig. 2. — Assemblage à pied d'œuvre des membrures inférieures de la travée centrale du premier panneau.

On a pu alors procéder à la mise en place des membrures inférieures du premier panneau de l'encorbellement, et de leur contreventement, puis au montage de la première barre oblique des deux fermes, avec l'entretoisement et le contreventement correspondants. Le panneau a été ensuite complété par la pose des tronçons des premiers montants et des membrures supérieures. Les mêmes opérations ont été reproduites dans le même ordre pour le montage des autres panneaux de l'encorbellement.

Au moment où les barres obliques du premier panneau ont été montées et rivées, on a établi, à l'extrémité de ce panneau et sous chaque ferme, un pylône en bois ayant pour but de soutenir l'extrémité de la partie montée. Des pylônes analogues ont été établis pendant le cours du montage (fig. 9). Enfin, après l'achèvement de l'encorbellement complet, on a établi, de la même manière, deux autres pylônes à l'extrémité de ce dernier, ce qui a permis l'enlèvement de l'échafaudage et sa reconstruction sur l'autre rive.

Montage de la travée centrale. — Aussitôt après l'achèvement du premier encorbellement, on a commencé les opérations de montage en porte à faux de la travée centrale. Dans ce but, on a disposé sur le premier panneau de l'encorbellement un premier châssis en fer, auquel on a donné le nom de ***baleine*** (fig. 2, 4 et 8).

Cette baleine était constituée essentiellement par deux poutres en acier, d'une longueur légèrement supérieure à la somme des longueurs du premier panneau de l'encorbellement et du premier panneau de la travée centrale. Leur écartement intérieur était un peu supérieur à la largeur extérieure de la partie supérieure des fermes du viaduc. Ces deux poutres étaient entretoisées par deux poutres transversales. Sur cette baleine était disposé un plancher muni d'une voie ferrée, dont les rails étaient placés au droit des poutres de la baleine.

Sur cette voie circulait une plate-forme portant une grue tournante d'une force assez grande pour soulever le plus grand nombre des tronçons constituant les barres de la travée centrale. On avait également établi sur la voie ferrée de la baleine un chariot roulant auquel était suspendue une sorte de tour verticale en treillis, munie de cinq étages, et suffisamment profonde pour permettre d'atteindre le premier nœud de la travée centrale, compté à partir de la culée. Ce chariot pouvait se déplacer dans le sens de la longueur du viaduc (fig. 4 et 8).

L'accès des cinq planchers horizontaux, qui avaient chacun une largeur légèrement supérieure à celle de l'ouvrage, était rendu facile grâce à la présence d'un escalier fixe en bois.

Voyons maintenant comment on s'est servi de ces divers engins pour procéder au montage de la travée centrale.

Pour la mise en place du premier panneau, les poutres de la baleine ont été placées au-dessus du premier panneau de l'encorbellement, l'une des entretoises transversales étant alors située au-dessus du montant de la culée, et l'autre entretoise se trouvant au droit du premier montant de l'encorbellement (fig. 2). Dans ces conditions, l'extrémité opposée de la baleine se trouvait en porte à faux sur une longueur légèrement supérieure à celle du premier panneau de la travée centrale.

On avait, naturellement, très fortement amarré la queue de la baleine sur le premier montant de l'encorbellement. Le treillis supportant les cinq planchers fut alors mis en place à l'extrémité de la baleine, ainsi que la grue mobile.

Le montage du premier panneau a été opéré de la manière suivante :

On a d'abord mis en place les tronçons supérieurs de chacune des deux barres obliques, puis les tronçons suivants, en posant en même temps les entretoisements horizontaux et les contreventements situés dans le plan des barres des deux demi-fermes. La position de ces barres obliques a d'ailleurs été réglée par rapport aux montants, pendant le montage, au moyen de bielles provisoires attachées, à chacune de leurs extrémités, au montant et à la barre oblique.

En même temps que l'on procédait au montage de la barre oblique, on assemblait et on rivait à terre les membrures inférieures du premier panneau. Ces membrures étaient montées sensiblement à

Digitized by Google

l'aplomb de leur position définitive, afin de simplifier leur manutention. Chacune de ces membrures, pesant environ 42 tonnes, a été levée en une seule pièce par des treuils et des palans convenablement disposés (fig. 10).

Après la jonction de la membrure inférieure avec la barre oblique on obtint un premier triangle, et l'on put alors procéder au montage du premier montant vertical de la travée centrale. Cette opération a été effectuée en commençant par le tronçon inférieur, et finissant par le tronçon supérieur. On a, en même temps, posé l'entretoisement et le contreventement situés dans le plan des montants correspondants des deux fermes, et l'on a terminé le montage du premier panneau par la mise en place des tronçons constituant la membrure supérieure.

Après avoir vérifié l'exactitude de la position de toutes les pièces, on a rivé tous les assemblages et l'on a fait glisser la baleine sur les membrures supérieures du premier panneau qui venait d'être construit. On a pu alors procéder au montage du deuxième panneau, en suivant une marche identique à celle qui vient d'être indiquée. Le montage s'est effectué ainsi de proche en proche jusque vers l'extrémité des fermes constituant la moitié de l'arche centrale. A ce moment, on a transporté la baleine sur l'encorbellement de l'autre rive, et l'on a procédé de la même manière au montage de l'autre moitié de l'arche centrale.

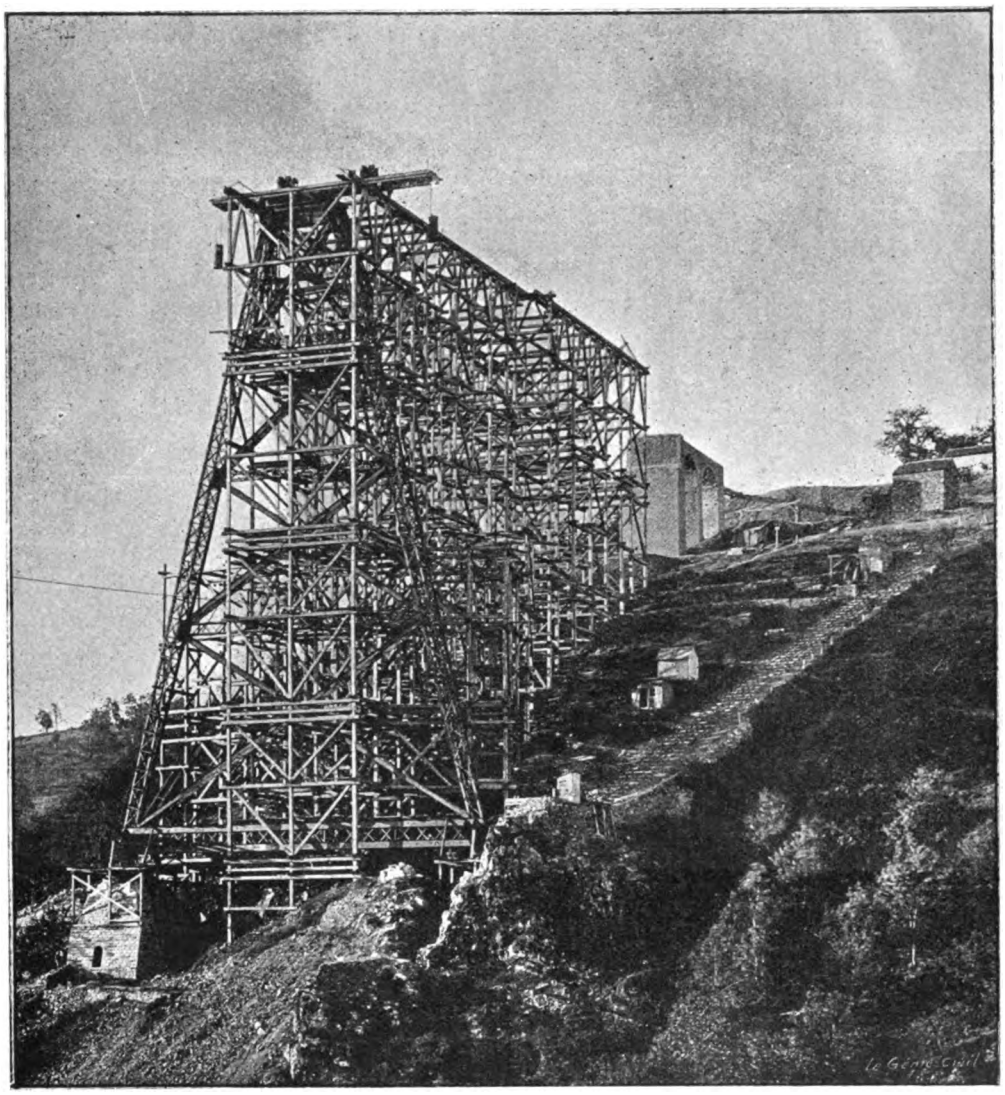


Fig. 3. — Montage sur échafaudage de l'encorbellement côté Carmaux.

Nous avons vu précédemment que les bras du levier des fermes étaient inégaux, et que le poids de l'encorbellement était insuffisant pour équilibrer la demi-arche centrale; le poids de cette dernière était, de plus, augmenté de celui de la baleine et de tous les appareils de montage.

L'équilibrage provisoire a été obtenu, en partie, en lestant l'extrémité de l'encorbellement avec un massif de maçonnerie, pesant environ 280 tonnes. Ce massif est visible sur la figure 21 de la première partie de cette étude. La présence de ce massif n'aurait pas été suffisante pour empêcher le basculement des fermes. On avait complété ce dispositif par l'adjonction de tirants verticaux amarrés, d'une part, à l'extrémité de l'encorbellement de chacune des fermes, et, d'autre part, à un deuxième massif de maçonnerie édifié sur le sol naturel à l'aplomb de l'extrémité de l'encorbellement et pesant environ 250 tonnes (visible également sur la figure 21).

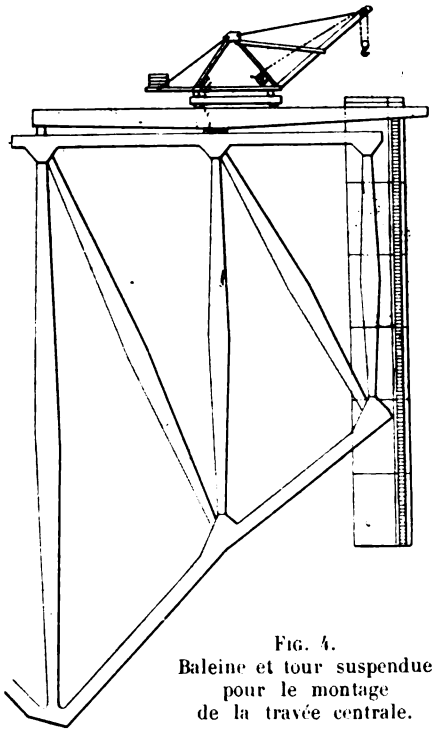
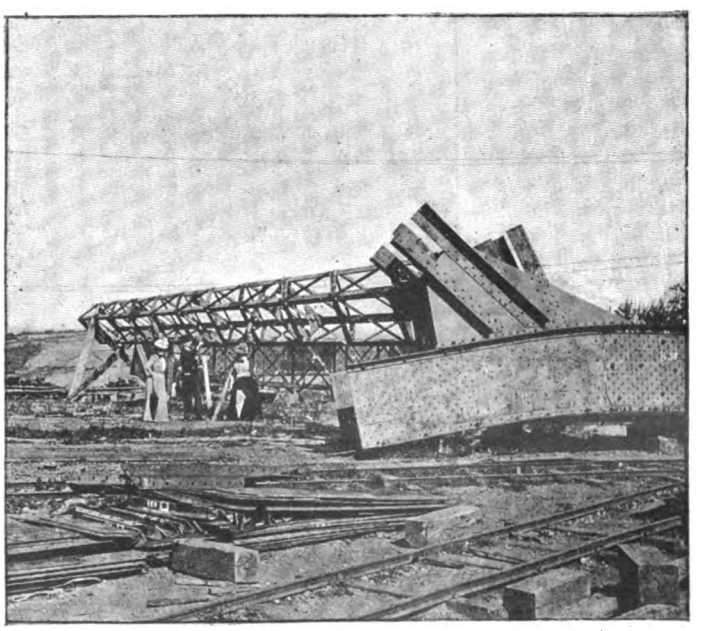


Fig. 4.
Baleine et tour suspendue pour le montage de la travée centrale.

Le poids du massif construit sur l'encorbellement a été déterminé de manière à compenser, d'une manière à peu près constante, la plus grande partie de la différence des moments par rapport à l'appui sur culée. La tension des tirants était destinée à compléter la différence des moments. La tension maximum que ces tirants ont eue à supporter s'est élevée à 200 tonnes environ. Cet effort était d'ailleurs partiellement supporté par les pylônes situés sous les extrémités de l'encorbellement, afin d'empêcher que le vent, ou des circonstances imprévues, ne vinssent à modifier l'équilibre de la construction.

Les tirants verticaux étaient terminés à leur partie inférieure par des filetages munis d'écrous. En agissant sur ces derniers on pouvait faire pivoter légèrement les fermes autour des articulations des naissances et, par suite, faciliter la mise en place de l'articulation de la clef.

Clavage. — Pour effectuer le clavage, il a donc suffi, après avoir placé les rotules de la clef, d'agir sur les écrous des tirants verticaux placés aux extrémités des encorbellements, pour provoquer le basculement des deux demi-ponts jusqu'à contact.



Spido 9 × 12 à décentrement.

Fig. 5. — Assemblage d'essai d'une entretoise sur son nœud inférieur.

Digitized by Google

Mais le clavage ne pouvait être considéré comme réellement effectué qu'après l'enlèvement des massifs de maçonnerie des encorbellements ; et, comme après cette opération il n'était plus possible de recommencer la manœuvre, il était indispensable de se rendre très exactement compte, avant de procéder au basculement, des épaisseurs des cales à placer sous les appareils d'appui de la clef. Ces épaisseurs devaient être calculées pour qu'elles fussent capables de compenser exactement la compression produite par la poussée, sous le poids propre seul du viaduc (après l'enlèvement des appareils de montage, après l'achèvement du plancher, etc.), de manière que la surflèche obtenue fût exactement celle qui avait été prévue, en tenant toutefois compte de la température.

Il importait donc de se rendre compte, avant de commencer le clavage, des formes successives de la construction à chacune des phases suivantes : lors du contact sans poussée, puis après la suppression des efforts des tirants d'ancrage, les massifs de maçonnerie n'étant pas enlevés, ensuite après l'enlèvement de ces massifs, après le montage des pieux du plancher et de la voie, qui n'était pas effectué au moment du clavage, après le montage des travées de raccordement, enfin après l'enlèvement des appareils de levage et de l'outillage de toute sorte placé sur le viaduc.

Ces formes ont été établies par la méthode dite *des déformées*, due à M. Bodin qui en a indiqué le principe dans son discours du 9 janvier dernier, à la Société des Ingénieurs civils de France (1).

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 13, p. 196.

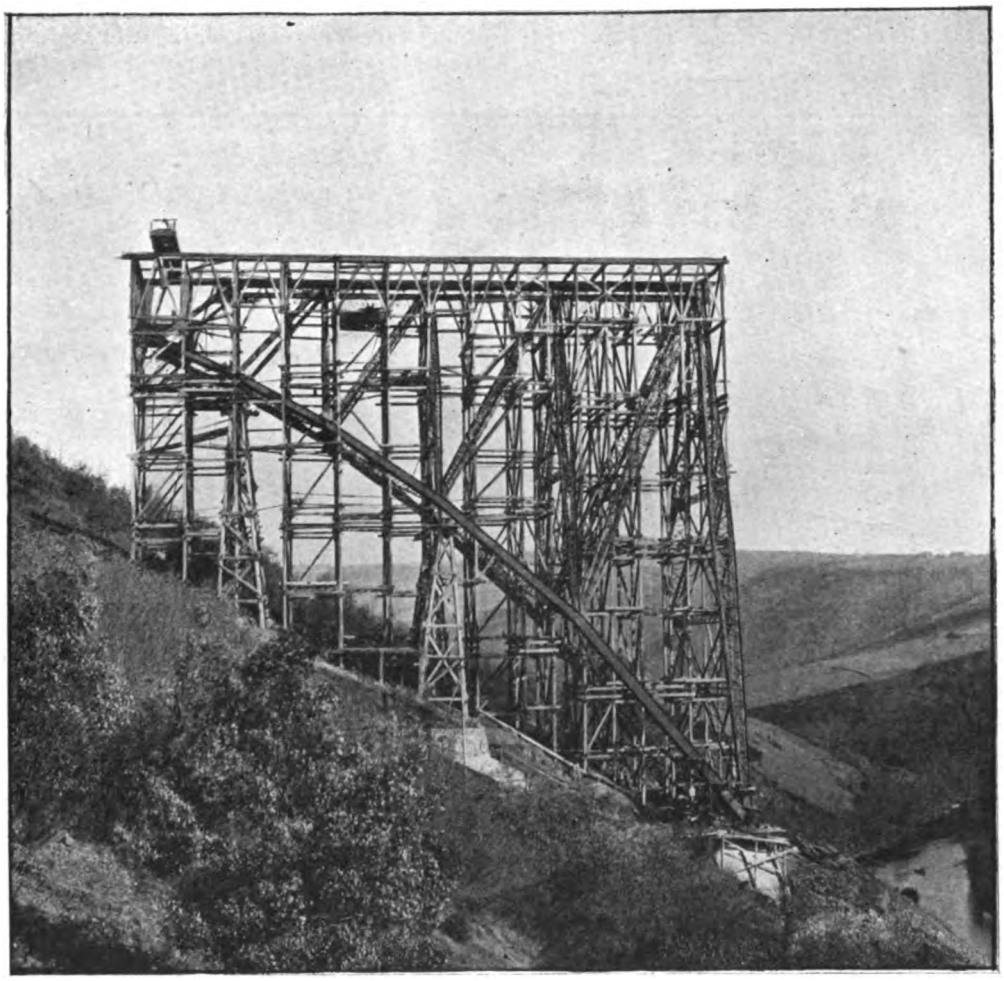


FIG. 6. — Montage de l'encorbellement côté Carmaux.

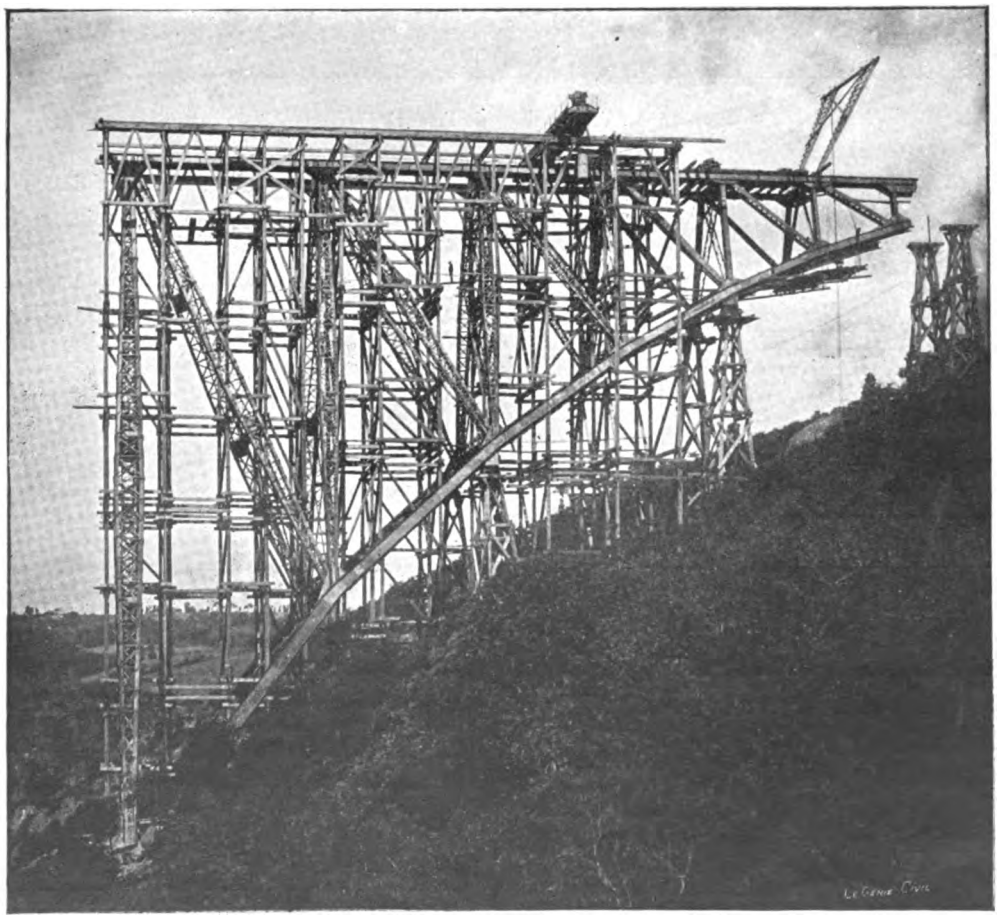


FIG. 7. — Montage de l'encorbellement côté Rodez.

Cette méthode a permis de calculer si exactement les pièces de réglage, qu'après l'achèvement de cette opération délicate, lorsque le viaduc a été terminé, la différence entre la surflèche prévue et la surflèche obtenue n'a pas été appréciable : 1 à 2 millimètres seulement.

Les travaux de levage en place, d'assemblage et de rivetage ont duré un peu plus de trois ans. Il y a lieu de remarquer que pendant cette période le montage proprement dit a dû être interrompu pendant les mauvais temps et les grands vents, ainsi que pendant les pluies, les brouillards et les gelées, car l'accès des échafaudages eût alors été très dangereux pour les ouvriers, malgré toutes les précautions prises. Pendant ces diverses périodes, les ouvriers chargés du levage et de la mise en place étaient ramenés aux travaux d'assemblage et de rivetage à terre.

Les travées de raccordement ont ensuite été montées sur échafaudage, et leur mise en place n'a rien présenté de particulier.

Principes sur lesquels ont été basés les calculs du pont. — Dans les calculs sur lesquels a été basée la construction du viaduc du Viaur, on a dû tenir compte des forces suivantes :

1° Les *charges permanentes* qui proviennent du poids propre de l'ouvrage. Ces charges, qui sont verticales, peuvent se réduire à des forces isolées appliquées en chaque nœud des fermes. Il suffit, pour obtenir ce résultat, de reporter le poids propre des diverses pièces à leurs deux extrémités. Ces forces sont, d'ailleurs, par suite de la symétrie de l'ouvrage, disposées symétriquement par rap-

Digitized by Google

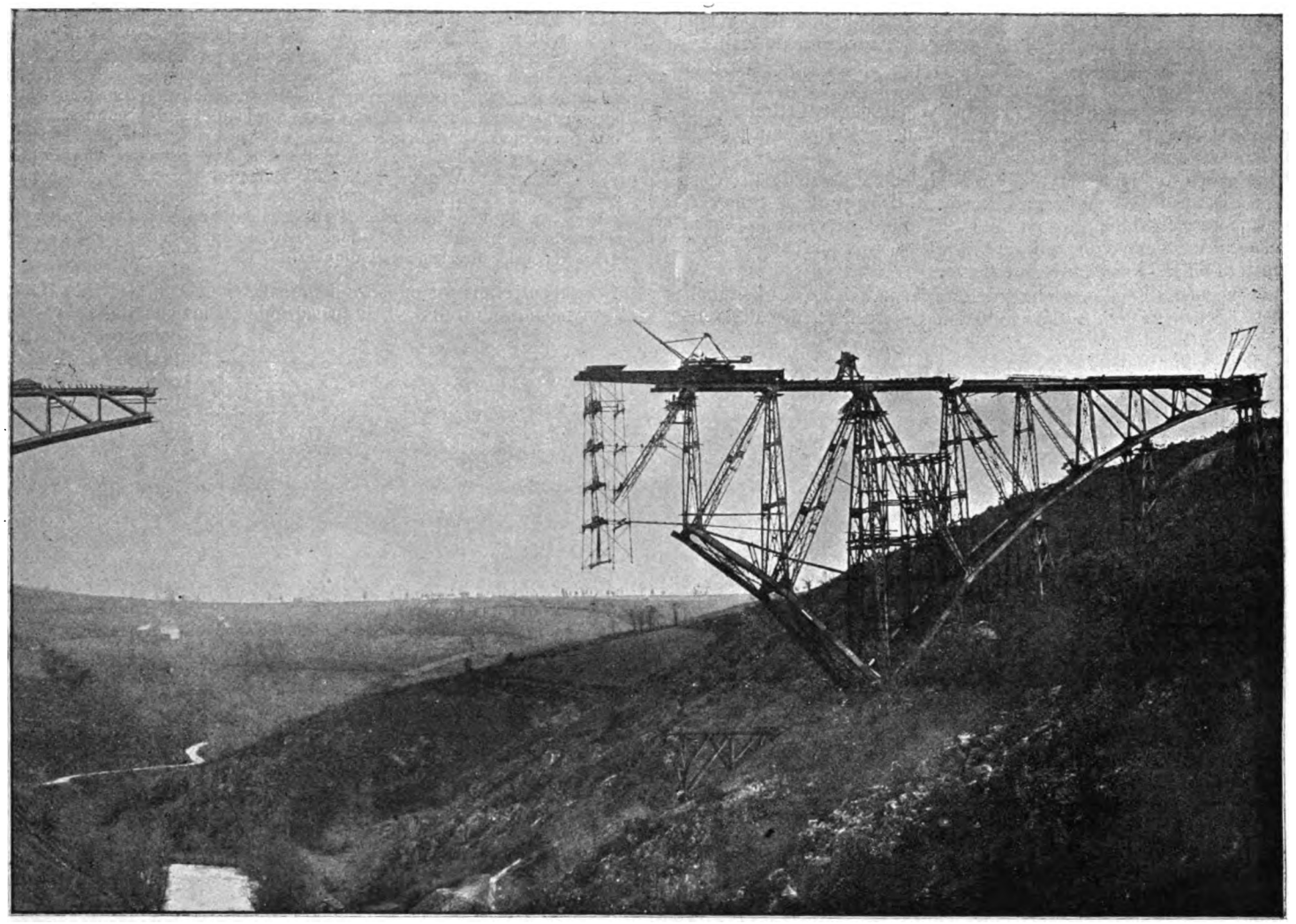


Fig. 8. — Le viaduc du Viaur : Montage en porte à faux de la travée centrale.

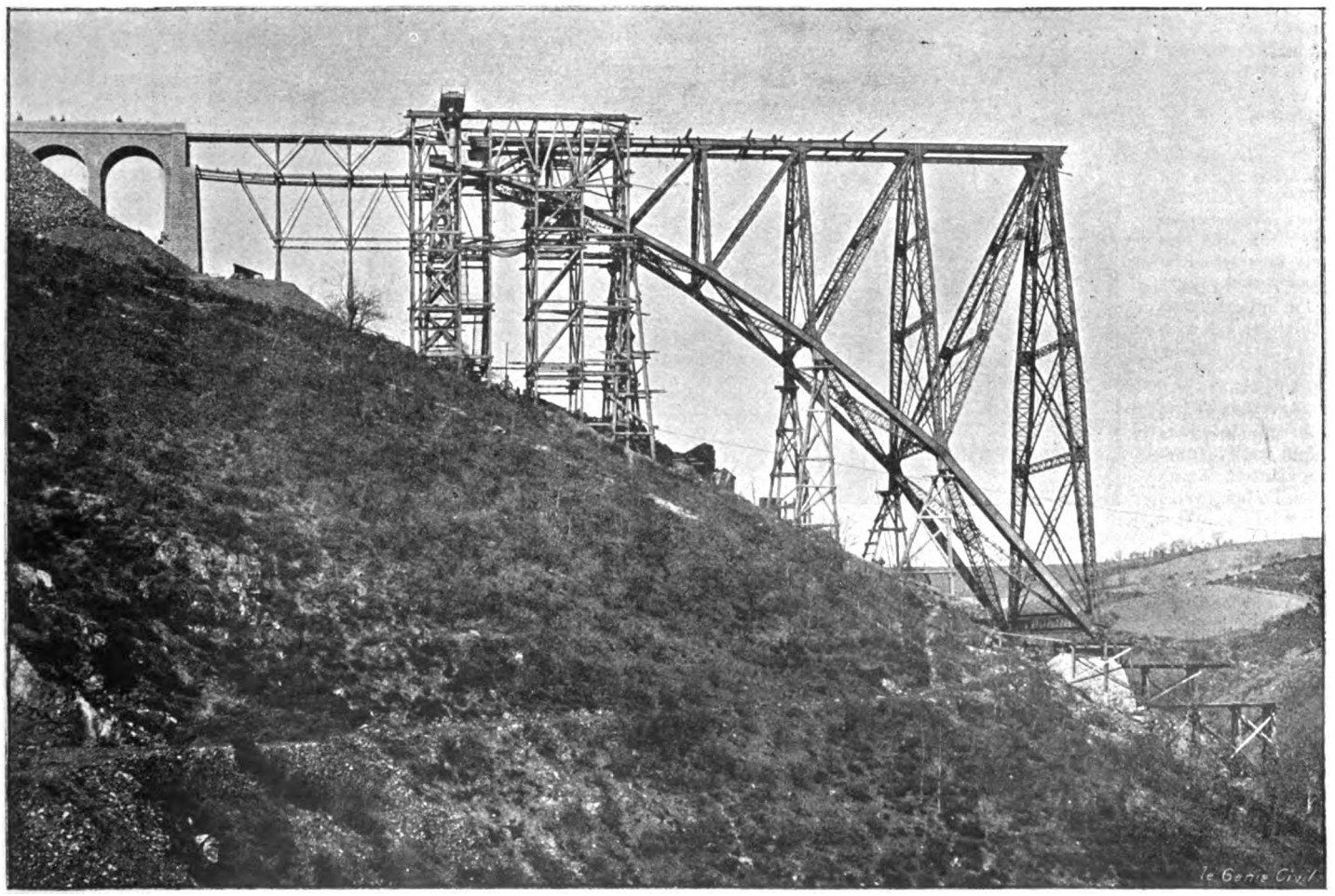


Fig. 9. — Le viaduc du Viaur : Montage de l'encorbellement côté Carmaux.

Digitized by Google

port au plan vertical passant par l'axe longitudinal du viaduc ;

2° Les *surcharges* provenant du passage sur le viaduc du train-type prévu par le règlement du 21 août 1891. Ces forces se reportent aux nœuds supérieurs des fermes par l'intermédiaire du tablier, et, en particulier, des pièces de pont principales ; elles sont verticales et disposées symétriquement par rapport au plan vertical passant par l'axe longitudinal du viaduc ;

3° L'action du *vent* doit, d'après le règlement de 1891, être considérée comme s'exerçant horizontalement. Elle peut se ramener à des forces isolées appliquées aux différents nœuds des fermes. On a eu à examiner le cas d'un vent de 270 kilogr. sans surcharge, et celui d'un vent de 170 kilogr. avec surcharge.

Les principes fondamentaux sur lesquels la Société des Batignolles à basé ses calculs pour la détermination des sections des différentes pièces constituant le viaduc du Viaur, ont été résumés de la façon suivante par M. Théry, Ingénieur des Ponts et Chaussées, chargé du contrôle :

1° L'ouvrage étant symétrique par rapport à l'articulation de la clef, et le train pouvant indifféremment circuler dans un sens ou dans l'autre, il suffit de calculer, dans les conditions les plus défavorables, un demi-pont, celui de gauche par exemple, en ayant soin, toutefois, de tenir compte des réactions que le demi-pont de droite peut exercer sur le demi-pont de gauche par l'intermédiaire des articulations de la clef ;

2° Bien que les assemblages soient rivés, les différentes barres du viaduc sont, comme il est d'usage aujourd'hui en France, considérées comme articulées à leurs extrémités. L'ouvrage est d'ailleurs conçu de telle sorte que les axes neutres de toutes les barres aboutissant à un même nœud concourent en un même point. On n'aura ainsi pour chaque barre que des efforts de traction ou de compression ;

3° Par suite des trois articulations, aux naissances et à la clef, les réactions des deux demi-arcs l'un sur l'autre ou des culées sur l'arc, se déterminent par la statique seule. L'ouvrage étant d'ailleurs construit sans barres surabondantes (excepté en ce qui concerne les contreventements), les règles de celle-ci suffiront aussi pour déterminer tous les efforts dans les différentes barres des fermes ;

4° Pour le calcul des barres des fermes principales, on peut remplacer celles-ci par leurs projections sur un plan vertical parallèle à l'axe longitudinal de l'ouvrage, quitte à multiplier ensuite par des coefficients convenables tous les efforts trouvés.

Coupons, en effet, l'ouvrage par le plan longitudinal de symétrie du viaduc ; le solide situé en avant de ce plan restera en équilibre si nous remplaçons les barres coupées par les efforts qu'elles subissent. Ces barres sont : les pièces de pont, les entretoises, et les contreventements verticaux et inférieurs.

La ferme principale de devant est donc en équilibre sous l'action des forces directement appliquées aux nœuds, d'une part, et des efforts indiqués ci-dessous, d'autre part.

Si nous projetons le système en équilibre sur le plan vertical de section, nous obtenons un nouveau système en équilibre et situé tout entier dans un même plan.

La ferme se projette suivant une autre ferme réduite. Le poids permanent et la surcharge se projettent en vraie grandeur, tandis que les forces provenant du vent ont des projections nulles. Les efforts provenant des pièces de pont et des entretoises disparaissent également en projection. Seuls les efforts provenant des contreventements verticaux et inférieurs subsistent. Si donc on peut en trouver la valeur, par avance, on aura une nouvelle ferme en équilibre sous l'action des forces dirigées dans son plan et toutes connues.

On pourra alors déterminer les efforts subis par chacun de ses éléments. Ces efforts seront, d'ailleurs, les projections verticales des efforts subis par les diverses barres de la ferme réelle, et il sera facile de passer de l'une à l'autre. Sous l'action de la charge permanente et de la surcharge, par suite de la symétrie transversale des charges, on peut admettre que ces efforts sont nuls. Il n'y a donc à tenir compte, dans ce cas, que des charges verticales directement appliquées.

Nous n'entrerons pas dans les détails des calculs du viaduc du Viaur, ce qui nous conduirait à sortir du cadre de cet article. Nous renvoyons donc ceux de nos lecteurs, que ces calculs pourraient intéresser, au mémoire publié par M. Théry (1).

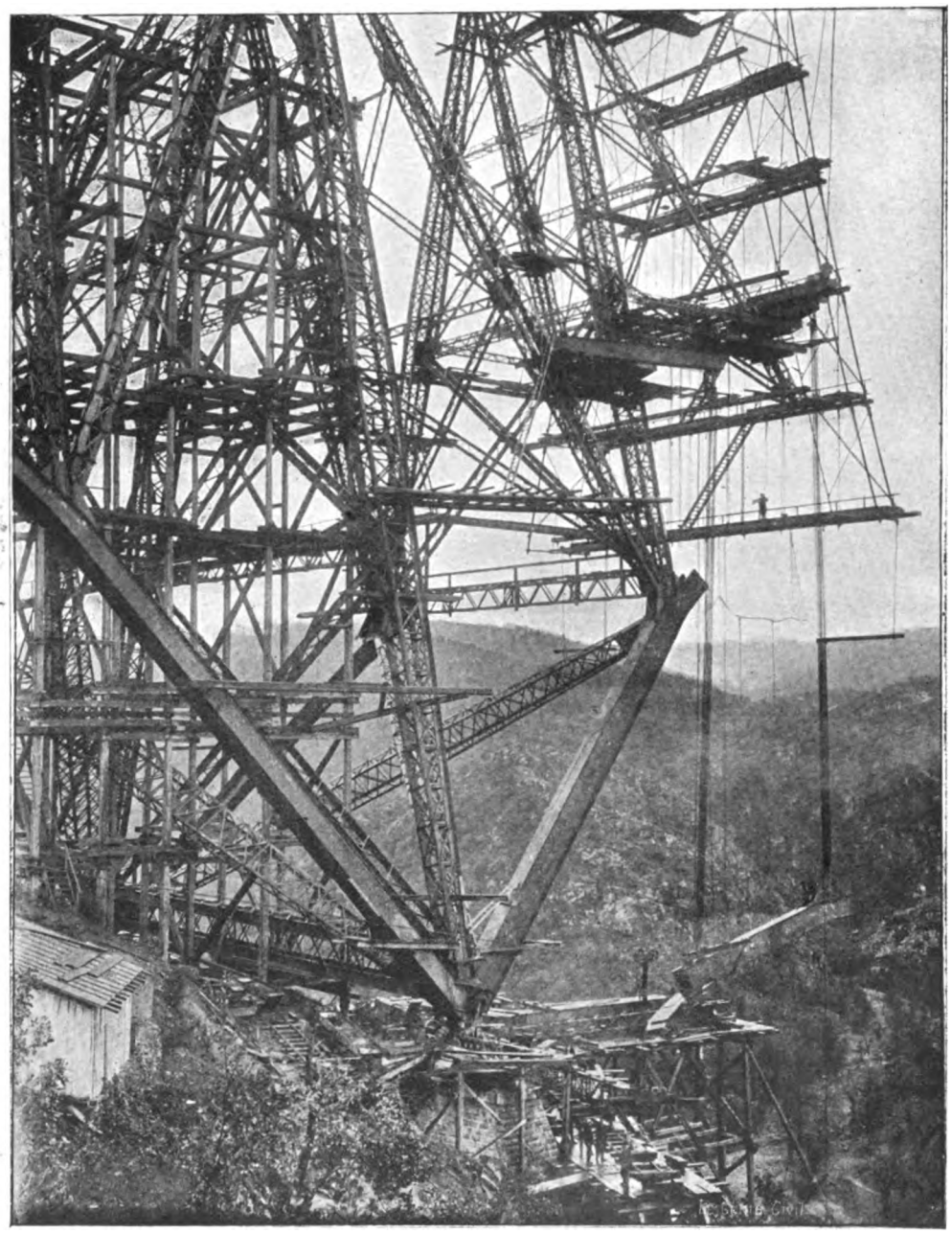


FIG. 10. — Levage de la membrure inférieure du deuxième panneau de la travée centrale.

RÉSULTATS DES ÉPREUVES DU VIADUC. — Nous venons de voir que le viaduc avait été calculé en se conformant aux prescriptions de la circulaire ministérielle du 29 août 1891, c'est-à-dire en faisant l'hypothèse du passage d'un train-type traîné par deux machines de 56 tonnes, pourvues de tenders de 24 tonnes. Les épreuves du pont ont été faites avec les machines les plus lourdes de la Compagnie du Midi, dont le poids atteint 73 tonnes et dont les tenders pèsent 26 t 4. Les wagons prévus pour le train-type n'ont qu'un poids de 16 tonnes, tandis que ceux qui ont été employés pour le train d'épreuve pesaient 22 tonnes.

Malgré cette augmentation relativement considérable des surcharges, les déplacements observés n'ont pas dépassé ceux qui avaient été prévus par le calcul, et l'on n'a pas constaté, lors des épreuves par surcharges roulantes, qu'il se produisit de vibrations transversales dans les barres du viaduc.

Les épreuves par poids mort ont permis de constater un abaissement de la clef de 41 millimètres, alors que la flèche prévue par les calculs était de 73 millimètres. Cette épreuve a été faite au moyen de deux locomotives placées nez à nez à la clef.

Il a été fait, ensuite, trois épreuves par surcharges roulantes. La troisième épreuve, qui était la plus rigoureuse des trois, a été faite avec un train composé de deux locomotives et de vingt wagons représentant un poids total de 639 tonnes, On a fait circuler ce train sur le viaduc, d'abord avec une vitesse de 20 kilom. à l'heure, puis avec une vitesse double.

A la vitesse de 20 kilom., les déplacements verticaux ont été de 52 millimètres à la clef, et de 76mm 4 à l'extrémité de l'un de ces encorbellements. A la vitesse de 40 kilom., ces mêmes déplacements ont atteint respectivement 45mm 1 et 76mm 9.

(1) *Annales des Ponts et Chaussées*, troisième trimestre 1901.

Digitized by Google

Ces déplacements ne constituent donc nullement une gêne pour le passage des trains, ainsi que paraissaient primitivement le craindre les Ingénieurs de la Compagnie du Midi.

Le viaduc du Viaur a été inauguré le 5 octobre dernier par le Ministre des Travaux publics, et, peu de temps après, la ligne de Carmaux à Rodez a pu être livrée à la circulation.

Les dépenses totales occasionnées par la construction du viaduc, y compris les travaux de maçonnerie, sont estimées à 2 700 000 francs. Le poids total du métal employé est d'environ 3500 tonnes.

En terminant cette notice au sujet de ce bel ouvrage métallique, qui fait le plus grand honneur à l'industrie française, il nous semble juste de signaler les principaux Ingénieurs qui ont collaboré à cette grandiose entreprise.

Le projet de concours a été fait, à la Société de Construction des Batignolles, sous la direction de MM. E. Fouquet, Administrateur, Godfernaux, Ingénieur en chef des constructions métalliques, et Bodin, Ingénieur chef des études.

L'étude des dessins d'exécution, l'exécution du viaduc dans les ateliers et sa mise en place ont été dirigées par MM. Fouquet et Bodin.

L'examen du projet définitif, l'examen et l'approbation des dessins d'exécution, la surveillance et le contrôle de l'exécution ont été exercés successivement par MM. Koziorowicz, Lethier, Lax, Inspecteurs généraux des Ponts et Chaussées, Callon, Fouquet, de Volontat, Ingénieurs en chef, Théry, Jacquerez, Lanusse, Ingénieurs, et Andrieu, chef de section.

L'ouvrage que nous venons de décrire peut certainement, par son caractère grandiose et par ses difficultés d'exécution, être comparé au célèbre pont du Forth, quoique de dimensions moindres et d'un principe de construction tout différent. M. Bodin a eu le grand mérite d'en concevoir l'idée et d'en réaliser l'exécution, en triomphant des difficultés matérielles et des appréhensions que faisait naître chez les Ingénieurs de l'État la première application d'une idée nouvelle dans des conditions particulièrement difficiles. Il n'a pas fallu moins d'une vingtaine d'années de persévérance et de labeur assidu pour obtenir un pareil résultat. D'autres ouvrages (1), conçus d'après le même principe, à la suite des premiers projets du viaduc du Viaur, ont pu être réalisés plus rapidement; il n'en est cependant pas moins vrai que le superbe ouvrage de la ligne de Carmaux à Rodez est la première application des arcs à encorbellements.

Henry MARTIN,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

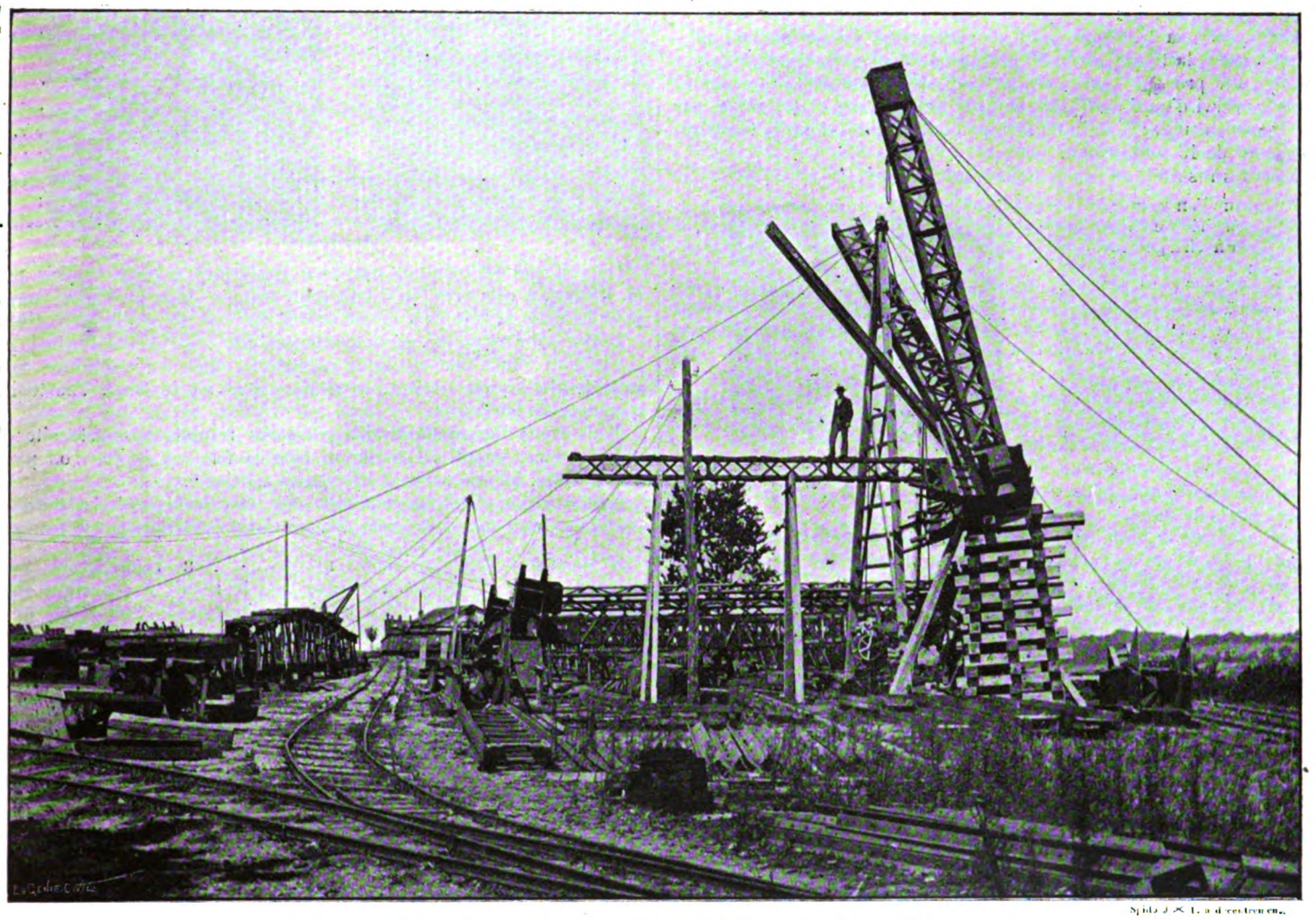


FIG. 11. — LE VIADUC DU VIAUR : Montage d'essai des barres d'un nœud inférieur.

(1) Pont Troitzky sur la Néva, viaduc sur le Rio Grande (États-Unis), pont Mirabeau et passerelle du quai Debilly, à Paris, etc.

MÉTALLURGIE

RECHERCHES SUR LES ACIERS AU NICKEL

(Suite [1].)

2° MICROSTRUCTURE DES ACIERS AU NICKEL TREMPÉS. — M. L. Dumas a montré que la trempe, après chauffage au rouge cerise clair, durcit peu les aciers du type à haute limite élastique et adoucit considérablement la plupart des aciers du type à basse limite élastique.

M. Dumas ajoute que la trempe durcit nettement, sans les rendre secs, les aciers au nickel dont le point de transformation est peu éloigné de la température ordinaire.

Reportons-nous au diagramme donnant les points de la transformation à l'échauffement et au refroidissement dans les aciers au nickel proprement dits.

M. Dumas, envisageant l'influence de la trempe sur la position des points de transformation des aciers au nickel proprement dits, arrive aux conclusions suivantes :

De 0 à 21 °/₀ de nickel, la trempe est à peu près sans effet;

De 21 à 27 °/₀, relèvement notable du point de transformation à l'échauffement et relèvement considérable du point de transformation au refroidissement;

De 27 à 29 °/₀, relèvement notable du point de transformation à l'échauffement et relèvement très considérable du point de transformation au refroidissement;

Enfin, pour des teneurs en nickel supérieures à 31 °/₀, on ne peut plus produire la transformation irréversible.

Les points de transformation réversible sont légèrement abaissés. Le point le plus intéressant à retenir est que, du fait que la trempe

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 1, p. 8.

Digitized by Google

relève les points de transformation, certains aciers non-magnétiques à la température ordinaire peuvent devenir magnétiques.

Dans nos essais, nous avons fait trois séries d'expériences :

Dans la première, nous avons trempé les aciers à une température supérieure à celle du point de transformation magnétique à l'échauffement. C'est ainsi que l'acier contenant *n* de nickel était, dans cette expérience, trempé à une température T', supérieure à T (1);

Dans la seconde, l'acier était porté à une température supérieure au point de transformation magnétique à l'échauffement, et trempé au cours du refroidissement à une température inférieure au point de transformation à l'échauffement. Dans ce cas, l'acier à teneur en nickel *n* était trempé à une température T'' comprise entre *t* et T après avoir été chauffé à T';

Enfin, dans la troisième série d'expériences, l'acier était simplement porté à la température T'' et trempé. Toutes ces opérations ont eu lieu en prenant toutes les précautions nécessaires; nous nous sommes servi d'un four Charpy dont la température était donnée par un thermo-couple; le bain de trempe était de l'eau dont la température était de 15 à 20 degrés.

Voici les résultats auxquels nous sommes arrivé :

1° Lorsque l'on trempe les aciers au nickel sans les avoir portés à une température supérieure à celle du point de transformation à l'échauffement, il n'y a aucun changement dans la microstructure (troisième série d'expériences);

2° Les aciers étant portés à une température supérieure au point de transformation à l'échauffement, subissent les mêmes transformations, qu'ils soient trempés à cette température ou au cours du refroidissement avant d'avoir atteint le point de transformation au refroidissement. Ces faits étaient, d'ailleurs, à prévoir.

Il nous reste donc seulement à examiner ce qui se passe lorsque l'on trempe les aciers au nickel à une température supérieure au point de transformation à l'échauffement.

Les résultats obtenus sont d'une netteté remarquable. Reportons-nous aux classes que nous avons indiquées tout à l'heure pour les aciers bruts de forge.

Les aciers de la première classe subissent les mêmes transformations que les aciers au carbone. On voit se former de la martensite et des réseaux de ferrite.

Pour les aciers de la deuxième classe, il y a une tendance à la formation de la structure polyédrique, ainsi que le montre la micrographie de l'acier à 0,120 de carbone et 25 °/₀ de nickel trempé à 700 degrés (fig. 1). Il semble donc qu'une partie du fer passe à l'état γ.

Examinons maintenant les aciers de la troisième classe; deux cas sont à considérer : ou ces aciers subissent par la trempe un relèvement du point de transformation, ou bien la trempe n'a pas d'influence sur ce point. Dans le premier cas, ainsi qu'il résulte des travaux de M. Dumas, certains aciers non-magnétiques ou très peu magnétiques à la température ordinaire deviennent magnétiques. Nous pensions donc que la trempe amènerait une transformation complète de la microstructure.

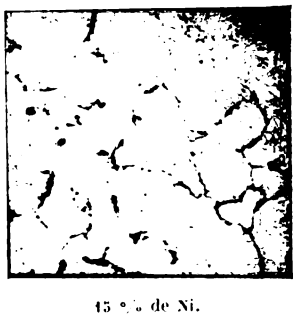
25 °/₀ de Ni.
Grossissement : 200 diamètres.

FIG. 1. — Acier trempé à 0,120 °/₀ de C.

Ceci est exact : si l'on trempe, à une température supérieure au point de transformation à l'échauffement, les aciers qui, dans chaque série, présentent les premiers la structure polyédrique, on voit apparaître des cristaux en fer de lance qui rappellent ceux obtenus par une trempe vive dans les aciers au carbone et qui voisinent toujours avec l'austenite. Mais ces cristaux apparaissent en blanc. Les deux microstructures suivantes représentent l'acier à 0,250 de carbone et 25 °/₀ de nickel et celui à 0,800 de carbone et 15 °/₀ de nickel trempés (fig. 2 et 3). Dans ce dernier, on voit encore quelques démarcations de polyèdres qui subsistent.

25 °/₀ de Ni.
Grossissement : 200 diamètres.

FIG. 2.
Acier trempé à 0,250 °/₀ de C.



15 °/₀ de Ni.
Grossissement : 200 diamètres.

FIG. 3.
Acier trempé à 0,800 °/₀ de C.

Pour les autres aciers plus riches en nickel, la trempe n'a plus aucune influence sensible sur le point de transformation. La structure reste toujours polyédrique, mais les cristaux semblent plus déliés.

Le tableau suivant résume les effets de la trempe sur les différents aciers au nickel.

Classes.	Microstructure avant trempe.	Effets de la trempe.
		Température de trempe : un peu supérieure au point de transformation à l'échauffement. Bain de trempe : eau à + 20 degrés.
1re classe.	Fer α + perlite	Mêmes effets que sur les aciers ordinaires.
2e classe.	Martensite.	Tendance à la formation de structure polyédrique, mais la martensite domine toujours.
3e classe.	Fer γ pur.	1° Pour les premiers aciers de chaque série à structure polyédrique, changement de structure : fers de lance, cristaux plus déliés; 2° Aucun changement sensible pour les aciers plus riches.

On voit que ces résultats sont bien conformes à ceux trouvés par M. Dumas, à cela près qu'il faut tenir compte de la première classe, pour laquelle la trempe a même action que sur les aciers ordinaires.

Enfin, pour terminer, nous ajouterons que nous avons trempé les aciers à structure martensitique en opérant dans les conditions suivant lesquelles on obtient, avec les aciers au carbone, l'austenite mélangée de hardenite.

Nous avons obtenu alors des polyèdres remplis de martensite; il semble donc, ce qui est d'ailleurs bien conforme à ce que l'on pouvait prévoir, qu'une partie du fer passe à l'état γ.

Nous verrons plus loin comment doit être interprétée la transformation amenée dans ces aciers à structure polyédrique par la trempe.

3° MICROSTRUCTURE DES ACIERS RECUITS. — Nous rappellerons, tout d'abord, que M. L. Dumas a montré que le recuit a des effets analogues à la trempe : il tend à diminuer l'hystérèse, c'est-à-dire que, après recuit, la distance séparant les deux points de transformation (échauffement et refroidissement) tend à devenir moindre.

Ceci indique que par le recuit, comme par la trempe, les aciers ayant des points de transformation voisins de la température ordinaire, peuvent de non-magnétiques devenir magnétiques.

Nous avons examiné l'influence que pouvait jouer le recuit sur la microstructure des aciers au nickel dans plusieurs séries d'expériences. Dans la première, tous les échantillons ont été portés, dans un four à chauffage électrique, à la température de 900 degrés pendant quatre heures; puis, ils étaient retirés du four et laissés à l'air.

Cette première série d'expériences nous a permis de constater que l'effet du recuit sur la première classe d'aciers au nickel était le même que sur les aciers au carbone. Avec les aciers de la seconde classe, il y a, comme dans la trempe, une tendance à la formation polyédrique. Ceci pourrait être attribué à une trempe à l'air.

Il y a enfin à faire, pour la cinquième classe, la même distinction que celle déjà faite dans l'étude des effets de la trempe. Les premiers aciers présentant la structure polyédrique donnent des fers de lance, mais tandis que, dans la trempe, ces fers de lance sont généralement blancs après attaque, ils apparaissent ici en noir.

Aucune expérience ne nous a permis de préciser la raison de cette variation de couleur. Elle doit être attribuée, du moins nous le croyons, à une patine que l'on efface plus ou moins dans le séchage de l'échantillon.

Pour les aciers plus riches en nickel que ceux dont nous venons de parler, il y a une tendance à la structure martensitique que l'on ne remarque pas dans la trempe. C'est ainsi que l'acier à 0,800 de carbone et 20 °/₀ de nickel est transformé comme le montre la photographie (fig. 4). Pour des teneurs plus élevées en nickel, il n'y a plus d'autres effets qu'un agrandissement sensible des polyèdres, agrandissement qui devient souvent énorme, comme nous le montrerons tout à l'heure.

Dans une seconde série d'expériences, nous avons voulu voir l'influence du temps de chauffe sur la microstructure des aciers qui, de polyédriques, deviennent à fers de lance par le recuit.

Nous avons opéré sur l'acier à 0,250 de carbone et 25 °/₀ de nickel d'une part, et sur l'acier à 0,800 de carbone et 15 °/₀ de nickel d'autre part. Nous les avons chauffés pendant des temps variables depuis un quart d'heure jusqu'à quatre heures, à 900 degrés, et nous les avons laissés refroidir à l'air.

Nous avons noté que, dès le premier quart d'heure, il y avait un changement très notable dans la structure; on voit apparaître des cristaux en fer de lance.

Nous avons alors fait une troisième série d'expériences, pour nous rendre compte du temps nécessaire, aux différentes températures, pour

(1) Voir le numéro précédent, p. 8, figure 2.

Digitized by Google

qu'il y ait apparition de la structure à fer de lance, après refroidissement.

Avec l'acier à 0,800 de carbone et 15 °/₀ de nickel (fig. 5), nous avons un commencement de perturbations fort nettes après une demi-heure de chauffage à 700 degrés et refroidissement. Il en a été de même avec l'acier à 0,800 de carbone et 25 °/₀ de nickel.

D'une façon générale, il semble que le temps de chauffage nécessaire pour amener le commencement de perturbation n'est pas variable avec la teneur en carbone.

Enfin, comme, dans ces expériences, nous avions recuit ces aciers, et que nous les avions retirés du four, il nous a semblé intéressant de

20 °/₀ de Ni.
Grossissement : 200 diamètres.

FIG. 4. — Acier à 0,800 °/₀ de C, recuit à 900 degrés.

15 °/₀ de Ni.
Grossissement : 200 diamètres.

FIG. 5. — Acier à 0,800 °/₀ de C, recuit à 700 degrés pendant une heure.

faire quelques essais dans lesquels l'acier refroidissait très lentement dans le four même, afin d'éviter toute trempe à l'air. Nous avons vu que cette trempe à l'air n'avait aucune influence.

En résumé, on peut dire qu'au point de vue micrographique, le recuit agit comme la trempe pour les aciers au nickel autres que ceux de la première classe, sur lesquels il se produit le même effet que sur les aciers au carbone; mais que, de plus, il semble amener la transformation de la structure polyédrique en structure martensitique pour certains aciers sur lesquels la trempe est sans effet.

Ceci semble nous permettre de penser que, lorsque l'on trempe un acier à structure polyédrique et que l'on obtient ainsi de la martensite, la cause de ce phénomène doit se trouver dans le chauffage précédant la trempe plutôt que dans la trempe elle-même.

4° MICROSTRUCTURE DES ACIERS ÉCROUIS. — Dès les premiers jours où l'on a utilisé des aciers au nickel non-magnétiques, on s'est aperçu que l'on obtenait des copeaux magnétiques, et le travail ne pouvait se continuer qu'après trempe ou recuit de la pièce. Depuis, M. Dumas a montré que l'écrouissage a même effet que la trempe. Partant de ce principe, nous devions donc trouver que les aciers ayant leur point de transformation au refroidissement voisin de la température ordinaire, subissent du fait de l'écrouissage d'importants changements dans leur microstructure.

Les résultats que nous avons obtenus sont certainement remarquables, et les photographies, malgré le soin que l'on y a apporté, ne rendent que faiblement les images observées.

Ces expériences ont été faites sur l'acier à 0,250 de carbone et 25 °/₀ de nickel.

D'après les observations de M. Dumas, ces deux aciers, de non-magnétiques, deviennent magnétiques par écrouissage.

Nous avons noté, tout d'abord, qu'après écrouissage la structure est nettement à fer de lance, bien que quelques polyèdres subsistent. Mais les points les plus intéressants sont les suivants :

1° Plus l'écrouissage est prononcé, plus il y a de fers de lance, et plus aussi l'acier est facile à attirer à l'aimant; des mesures précises pourraient être faites à ce sujet ;

2° Le premier effet de l'écrouissage est d'accentuer, en quelque sorte, les plans de clivage qui sont indiqués dans chaque polyèdre et il semble s'effectuer une séparation suivant ces différents plans.

Il semble bien que c'est là le premier temps de la transformation de l'austenite en fer de lance.

Ce qui le prouve assez nettement, c'est que le développement des fers de lance se limite aux faces de polyèdres; ces faits sont mis en vue par les photographies 6 et 7 : l'une d'elles montre justement les différents fers de lance limités à l'une des lignes d'un polyèdre, à un tel point, que l'on croirait que la moitié de la figure a été cachée pour être photographiée.

Ces photographies semblent jeter une lumière toute particulière sur les perturbations qui surviennent dans certains aciers au nickel, lesquelles se traduisent par le passage de la structure polyédrique à la structure en fers de lance.

De plus, ces plans de clivage semblent se briser et donnent, de ce fait, des fers de lance. Ces fers de lance sont-ils identiques à ceux plus abondants et plus développés que l'on voit ailleurs ? Il est évidemment très difficile de se prononcer sur ce point, mais les photographies montrent nettement les indications que nous venons de donner.

D'autre part, il arrive très souvent que les plans de clivage de deux polyèdres sont inclinés les uns par rapport aux autres. Peut-être faut-il rapprocher ce fait de la formation des fers de lance.

Quoi qu'il en soit, nous avons voulu tirer plus au clair le phénomène de l'écrouissage et nous avons effectué les trois séries d'essais suivants :

1° Nous avons soumis un morceau d'acier à 0,800 de carbone et 15 °/₀ de nickel à l'écrouissage, soit à la presse, soit au marteau, sans dépasser la limite élastique. Dans ces conditions, nous n'avons jamais observé, dans la masse, la production de martensite; de plus, les cristaux n'augmentent pas sensiblement, seuls les plans de clivage s'accentuent: mais, au martelage, sur la surface même qui recevait l'ébranlement, surface qui avait été préalablement polie, l'on ne voyait plus que des fers de lance.

Dans une seconde série d'essais, nous avons dépassé la limite élastique ; nous avons alors observé le phénomène décrit plus haut: apparition des fers de lance.

Enfin, dans une autre série d'expériences, nous n'avons dépassé la limite élastique que dans une portion de la masse, ce qui est très facile à voir sur une surface polie. Dans cette partie seule, nous avons vu les fers de lance et nous devons même ajouter que, cette déformation ayant été obtenue par martelage, les cristaux en fer de lance que l'on rencontrait étaient d'autant plus nombreux que l'on se rapprochait plus de la face frappée. Enfin, ces cristaux semblent s'orienter sensiblement suivant la direction de la fibre neutre.

FIG. 6. — 15 °/₀ de Ni.
Grossissement : 200 diamètres.

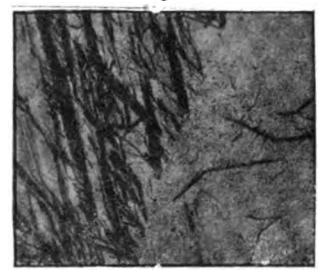


FIG. 7. — 15 °/₀ de Ni.
Grossissement : 200 diamètres.

FIG. 6 et 7. — Aciers écrouis à 0,800 °/₀ de carbone.

Un fait paraît anormal *a priori*, c'est le développement des polyèdres Il semble certainement intéressant de compléter ces faits par de nouvelles expériences : elles jetteraient, sans nul doute, un jour nouveau sur certains effets mécaniques.

Quoi qu'il en soit, pour les aciers dont le point de transformation est voisin de la température ordinaire, l'écrouissage a pour effet d'amener la structure martensitique.

5° MICROSTRUCTURE DES ACIERS REFROIDIS. — Après les travaux de MM. Dewar, Fleming, Osmond et Dumas, on sait que certains aciers au nickel sont transformés par refroidissement, et que, pour les aciers qui sont ainsi transformés, il y a un relèvement considérable de la limite élastique, une augmentation très grande de la résistance à la rupture et une grande diminution de l'allongement à la rupture.

« Tous les échantillons transformés, dit M. Dumas, accusent les propriétés mécaniques caractéristiques des aciers dont le point de transformation irréversible au refroidissement est situé au-dessus de la température ordinaire. »

Nos premières expériences ont porté sur le refroidissement des différents aciers au nickel à une température de — 78 degrés, obtenue au moyen de la neige carbonique et de l'alcool. Cette première série d'expériences nous a montré nettement qu'un tel refroidissement est sans action sur les aciers des quatre premières classes.

FIG. 8. — 15 °/₀ de Ni.
Grossissement : 200 diamètres.
(Photographie faite sans attaque.)

FIG. 9. — 15 °/₀ de Ni.
Grossissement : 200 diamètres.

FIG. 8 et 9. — Aciers à 0,800 °/₀ de carbone, refroidis à — 78 degrés et complètement transformés.

Il agit plus ou moins ou même pas du tout sur les aciers de la cinquième classe. Son action, lorsqu'elle existe, est de transformer les polyèdres en fers de lance.

Digitized by Google

Les aciers à 0,250 de carbone et 25 °/₀ de nickel et 0,800 de carbone et 15 °/₀ de nickel, qui, d'après M. Dumas, deviennent magnétiques permanents à — 78 degrés, montrent de nombreux fers de lance. Il y a mieux, sous l'influence du refroidissement, les fers de lance gonflent d'une façon extraordinaire, de telle sorte que, si l'on trempe dans le bain une surface préalablement polie, on obtient une vue superbe au microscope sans avoir besoin d'opérer aucune attaque (fig. 8). Ce phénomène a été déjà observé par M. Osmond qui l'a décrit dans le *Metallographist* (octobre 1899).

La figure 9 donne la structure du même acier refroidi à — 78 degrés, puis attaqué.

Si l'on prend des aciers un peu plus riches en nickel que ceux dont nous venons de parler, on observe à — 78 degrés quelques fers de lance.

Il en est ainsi avec les aciers suivants :

1° 0,120 °/₀ C 30 °/₀ Ni ;
2° 0,250 °/₀ C 30 °/₀ Ni ;
3° 0,800 °/₀ C 20 °/₀ Ni ;

qui montrent ce changement partiel, lequel est indiqué pour le dernier de ces aciers dans la figure 10.

Si l'on passe à des aciers plus riches, on n'obtient aucun changement, si ce n'est que les polygones ont une tendance à se développer. Ce fait a été observé dans les trois séries d'aciers dont nous disposions. Les cristaux en fer de lance apparaissent tantôt en blanc, tantôt en noir, après attaque ; quelquefois même on obtient ces cristaux ayant les deux colorations dans la même opération.

Une seule fois, nous avons eu un cristal coloré sur une certaine longueur, et blanc sur le reste.

Dans une seconde série d'essais, nous avons fait subir aux aciers qui présentent de très nombreux fers de lance à — 78 degrés, des refroidissements de plus en plus grands à partir de la température ordinaire. Dans ces aciers, dès 0 degré et après un temps extrêmement court, une simple immersion même, il y a commencement de

20 °/₀ de Ni.
Grossissement : 200 diamètres.

Fig. 10. — Acier à 0,800 °/₀ de carbone, refroidi à — 78 degrés, et partiellement transformé.

15 °/₀ de Ni.
Grossissement : 200 diamètres.

Fig. 11. — Acier à 0,800 °/₀ de carbone, refroidi à 0 degré.

décomposition. Plus la température est basse, plus les fers de lance sont nombreux. A — 40 degrés, pour les deux aciers observés, ils semblent aussi nombreux qu'à — 78 degrés.

Les conclusions de ces expériences sont les suivantes :

Les aciers non-magnétiques, qui se transforment aisément aux températures auxquelles ils sont portes, changent de structure. On voit des fers de lance qui apparaissent généralement en blanc. Cette transformation commence à des températures assez voisines de la température ordinaire.

Il semble y avoir tout d'abord une certaine orientation des polyèdres et une scission dans leur intérieur suivant les plans de clivage.

Pour certains aciers voisins de ceux qui subissent une transformation à — 78 degrés, il y a un commencement de changement à cette température.

Nous avons toujours remarqué qu'au moment où apparaissaient les cristaux en fer de lance, il y a apparition du magnétisme.

Les aciers à structure martensitique et à perlite n'éprouvent aucune transformation par le refroidissement à — 78 degrés. Toutefois, dans les aciers à structure martensitique, on entrevoit cette structure après le refroidissement sans qu'il y ait besoin de faire une attaque quelconque.

6° Cémentation et décarburation des aciers au nickel. — Il nous a semblé particulièrement intéressant de confirmer les faits obtenus dans les expériences que nous venons de décrire, de les résumer en quelque sorte, en faisant des essais de cémentation et de décarburation.

De ces expériences très nombreuses, nous ne retiendrons que les plus intéressantes au point de vue qui nous occupe, c'est-à-dire pour la microstructure.

Toutes les expériences de cémentation que nous décrirons ont été faites dans les conditions suivantes :

Température du four : 1 050 degrés ;
Cément employé : Noir animal ;
Durée de l'opération : 4 heures
Diamètre des barres employées : 20 millimètres ;
Pénétration du carbone : 2 millimètres environ ;
Refroidissement lent dans le four même.

On peut évaluer à 1 °/₀ la valeur du carbone de la couche extérieure. Pour examiner ces échantillons, il faut apporter des soins tout particuliers ; quelques précautions que l'on prenne, il est impossible de ne pas arrondir un peu le bord de l'échantillon. Il est absolument nécessaire d'éviter cela, puisque le bord est justement la partie intéressante. A cet effet, suivant les conseils de M. Le Chatelier, on soude deux morceaux à observer ensemble. On ne crée ainsi qu'une seule surface qui est facile à polir et l'on peut ainsi observer aisément les bords du côté de la soudure.

a) *Cémentation d'un acier à 0,120 de carbone et 2 °/₀ de nickel.* — La structure obtenue est identique à celle des aciers au carbone ordinaire. Ceci est bien conforme aux résultats connus, puisque les aciers à 2 °/₀ de nickel, même à 0,800 de carbone, sont constitués comme les aciers ordinaires.

b) *Cémentation d'un acier à 0,120 de carbone et 7 °/₀ de nickel.* — Au centre, l'acier est toujours formé de perlite et de fer α. Puis la perlite augmente. La structure devient ensuite martensitique ; puis, petit à petit, on aperçoit des fers de lance qui deviennent de plus en plus nombreux.

L'observation de cet acier cémenté semble prouver à nouveau que les cristaux de martensite semblent affecter la forme de fers de lance dans les aciers les plus carburés.

C'est bien, il nous semble, le résultat auquel était arrivé M. Osmond, dans la trempe des aciers au carbone.

c) *Cémentation d'un acier à 0,120 de carbone et 15 °/₀ de nickel.* — On trouve, au centre de la zone, de la martensite ; puis on rencontre une partie qui n'est formée que de fers de lance qui deviennent de plus en plus nombreux et vont en s'éclaircissant, et on note après une très faible partie claire dans laquelle l'attaque ne fait apparaître que de très vagues polyèdres. C'est, assurément, la zone du fer γ.

La couche superficielle avait une valeur approximative, en carbone, de 1 °/₀. Or, à partir de 0,800 de carbone, l'acier à 15 °/₀ est à structure polyédrique. Mais pourquoi cette couche est-elle si mince quoique, cependant, la teneur en carbone atteigne 0,800 sur une assez forte épaisseur ? Ayant examiné l'action de la cémentation avant le recuit, nous fûmes tout d'abord déconcerté par cette observation.

Maintenant, nous pouvons en donner une explication certaine. Nous savons, en effet, qu'en recuisant un acier à 0,800 de carbone et 15 °/₀ de nickel, cet acier devient à structure martensitique ; dans toute la région contenant 0,800 de carbone nous aurons de la martensite à cause du recuit qui a lieu à la température de la cémentation, et la seule partie qui pourra présenter la structure polyédrique sera celle dont la richesse en carbone sera plus grande et qui, pour cette teneur en carbone et celle de 15 °/₀ de nickel, ne peut être atteinte par le recuit.

La meilleure preuve du fait que nous avançons et qui, d'ailleurs, découle des observations précédentes, est que si l'on prend un acier cémenté et qu'on le refroidisse à — 78 degrés, on n'observe jamais un changement dans sa structure. Or, s'il restait de l'acier à 0,800 de carbone et 15 °/₀ de nickel non transformé par le recuit, l'épaisseur de la couche des fers de lance devrait augmenter et celle laissée blanche sur les bords devrait diminuer.

Il est facile de faire cette observation en refroidissant à — 20 degrés. S'il y avait quelques perturbations, on verrait des cristaux de fers de lance dans la partie blanche.

d) *Cémentation d'un acier à 0,120 de carbone et 20 °/₀ de nickel.* — Les phénomènes observés sont les mêmes que précédemment, mais la couche polyédrique augmente un peu, ce qui était à prévoir, l'acier à 1 °/₀ de carbone et 20 °/₀ de nickel n'étant pas atteint par le recuit de quatre heures à 900 degrés.

e) *Cémentation d'un acier à 0,120 de carbone et 30 °/₀ de nickel.* — Ici, la structure devient polyédrique suivant toute l'étendue. Nous avons vu que l'effet du recuit était nul sur le 0,120 de carbone et 30 °/₀ de nickel. Il y a même un fait extrêmement curieux : on sait que l'attaque d'acier à même teneur en nickel est d'autant plus difficile que l'acier contient plus de carbone. Avec une attaque ménagée, on obtient, dans l'acier cémenté à 30 °/₀ de nickel, des polyèdres au centre tandis que les bords sont indemnes.

En résumé, les résultats obtenus par la cémentation sont bien conformes à ceux que nous avons déjà donnés, à condition que l'on tienne compte de l'influence de l'opération qui a lieu en même temps que la cémentation et que l'on ne saurait éviter ; nous voulons parler du recuit.

De plus, et ceci a son importance, il peut arriver que l'on cémente un acier non-magnétique et que cet acier devienne magnétique. Ceci est dû, non pas à l'action de la cémentation, mais bien au recuit qui transforme la structure polyédrique en structure martensitique pour certains aciers.

Ce fait est important à signaler et coïncide parfaitement avec les recherches de M. Dumas.

Digitized by Google

D'ores et déjà, nous ajouterons que, si l'on cémentait des aciers à 27 °/₀ de nickel et 0,120 de carbone, ou 25 °/₀ de nickel et 0,300 de carbone, on obtiendrait des aciers magnétiques. En un mot, par cémentation, on fait subir aux aciers au nickel la même transformation que par recuit en dehors de toutes autres considérations.

Voyons maintenant l'effet de la décarburation : les expériences de décarburation ont été faites à 800 degrés pendant huit heures.

Elles ont porté sur la série d'aciers à 0,800 de carbone, le cément étant de l'oxyde de fer pur :

1° Décarburation d'acier à 5 °/₀ de nickel : le phénomène est le même que dans les aciers au carbone ordinaire;

2° Décarburation d'acier à 10 °/₀ de nickel : au centre, la structure est restée presque intacte, elle est à fers de lance; plus près, elle est à martensite pure;

3° Décarburation d'acier à 15 °/₀ de nickel : la structure du centre n'est pas polyédrique; ceci est dû au recuit. Puis les fers de lance deviennent de plus en plus nombreux, puis s'éclaircissent, et sur les bords on a de la martensite pure;

4° Décarburation d'acier à 30 °/₀ de nickel : cet acier n'est pas altéré par un recuit et tout l'acier garde la structure primitive.

En résumé, les expériences faites par cémentation et recuits confirment en tous points les résultats obtenus. Ils sont particulièrement intéressants, non seulement à ce point de vue, mais parce qu'ils viennent confirmer en plus que la structure fers de lance et la structure martensite semblent bien être une structure analogue; la première se produisant dans les aciers les plus carburés.

7° Essais de régénération des aciers au nickel transformés. — Nous avons vu que certains aciers à structure polyédrique se transforment par la trempe, le recuit, l'écrouissage et le refroidissement et deviennent à structure martensitique.

Nous nous sommes demandé s'il ne nous serait pas possible, par des moyens quelconques, de régénérer ces aciers. Jusqu'ici, les moyens que nous avons employés : recuits, revenus, etc., ne nous ont donné que des résultats négatifs dans tous les cas.

Nous tenons toutefois à le signaler.

Conclusions. — L'étude micrographique des aciers au nickel que nous venons d'exposer montre nettement que les constituants de ces produits sidérurgiques sont :

1° La ferrite, la perlite et, bien entendu, la troostite et la sorbite;

2° La martensite;

3° Les fers de lance, lesquels apparaissent après attaque, tantôt en blanc, tantôt en noir, sans que l'on puisse savoir pourquoi;

4° Des polyèdres qui constituent certainement le fer γ de M. Osmond.

La seule question qui se pose est celle-ci : le constituant qui nous apparaît en fers de lance est-il le même que la martensite?

Nous croyons que oui, car, même dans les aciers bruts de forge, ces fers de lance forment l'un des constituants lorsqu'il y a assez de carbone. Ce semble être, pour ces aciers carburés, la forme de leur martensite, c'est-à-dire de la hardenite. Mais il est, d'autre part, à peu près certain que ces fers de lance représentent, quelle que soit la teneur en carbone de l'acier, la forme que prend le fer γ détruit par un traitement quelconque.

En trempant, recuisant, écrouissant un métal susceptible de se transformer, nous n'avons jamais obtenu de martensite, mais bien des fers de lance, excepté cependant dans un cas.

Enfin, nous ferons remarquer que la présence de ce composé donne aux aciers les mêmes propriétés mécaniques que celles apportées par la martensite. Il y a là un point assez délicat qui semble cependant résolu.

Léon Guillet,
Docteur ès Sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

CHEMINS DE FER

LA TRACTION ÉLECTRIQUE PAR ACCUMULATEURS
sur les chemins de fer italiens.

La traction électrique par troisième rail et par sous-stations n'a sa raison d'être que sur les lignes à grand trafic; mais il ne saurait être question de transformer par ce système les lignes sur lesquelles le nombre de trains-kilomètres par kilomètre de voie reste faible, ce qui est le cas de la majeure partie du réseau italien. La traction électrique ne pouvait donc s'y appliquer que sous une autre forme, et c'est ce qui a engagé le Gouvernement italien et la Compagnie des Chemins de fer méridionaux à mettre à l'essai des voitures à accumulateurs, qui ont fait actuellement un service de plus d'une année, et dont on connaît, par suite, les premiers résultats d'exploitation.

Ces voitures, dont un spécimen figurait à l'Exposition de 1900, sont composées chacune d'une caisse contenant quatre-vingt-dix places, dont soixante-quatre assises, réparties en deux classes, la partie centrale formant un compartiment à bagages. Cette caisse est montée sur deux bogies à deux essieux, munis chacun d'un moteur de 50 chevaux en série, actionnant l'un des essieux par engrenages, avec un rapport de réduction 1 à 6.

Les dimensions générales de ces voitures sont les suivantes :

Longueur entre tampons	mètres.	18,50
Empattement total		17,26
— d'un bogie		2,63
Distance entre axes des bogies		12,00
Dimensions de la caisse : longueur		17,80
Dimensions de la caisse : largeur		2,85
Dimensions de la caisse : hauteur		2,50
Poids de la voiture seule	tonnes.	34
— de l'équipement électrique		4
Total, sans batterie ni voyageurs	tonnes.	38

Les quatre voitures actuellement existantes ont été construites, à Turin, par la maison Diatto et sont pourvues de matériel électrique Ganz. Elles sont munies du frein Westinghouse, qui agit sur les essieux porteurs seulement, et dont l'alimentation est faite par une petite pompe électrique montée dans le compartiment central. Il existe un poste de manœuvre à chaque extrémité; chaque combinateur comprend deux cylindres, dont l'un change le groupement des moteurs, et l'autre celui de la batterie.

La batterie, montée sous la voiture, est, en effet, divisée en trois groupes, qui peuvent être accouplés en tension ou en quantité. Son poids total est d'environ 12 tonnes. Elle est formée de 266 éléments, répartis en douze caisses, quatre de ces caisses formant un groupe. Chaque élément comprend quinze plaques, dans un bac en ébonite, et les caisses entrent sous la voiture, latéralement, en s'appuyant sur des rouleaux en bois. Les deux bornes de chacune des batteries partielles aboutissent à un tableau situé dans le compartiment à bagages où des interrupteurs permettent d'isoler, en cas d'accident, la partie endommagée. Un voltmètre avec commutateur permet, à cet effet, de vérifier rapidement le voltage des diverses batteries partielles.

En cas d'interruption du circuit, le wattman s'en aperçoit par la réduction de vitesse; il avertit, par un tube acoustique, le conducteur qui cherche immédiatement au voltmètre la caisse défectueuse et la met hors circuit; la manœuvre demande deux minutes environ, et la voiture continue sa marche sans que le wattman ait quitté son poste, ni le voyageur remarqué l'accident.

Les douze caisses qui renferment les éléments peuvent être enlevées par deux personnes, en dix minutes. L'enlèvement total n'est effectué que pour le remplacement des plaques; pour la charge et la vérification, on ne les tire que partiellement. L'éclairage est assuré par une petite batterie distincte de 20 éléments.

Ces voitures ont été mises en service régulier, depuis décembre 1901, sur les lignes de Bologne-Modène (36^{km}9) et Bologne San-Felice (42^{km}5). La première de ces lignes comporte une rampe maximum de 5,50 °/₀, la seconde une rampe de 5 °/₀.

Nous indiquons ci-dessous les principaux résultats d'exploitation, d'après une étude publiée par M. Enrico Bignami dans l'*Electrical World*. Ces chiffres résultent d'un parcours total de 188 510 kilom., au cours desquels les voitures n'ont dû être remorquées que deux fois, par suite de l'épuisement des batteries.

A la vitesse d'environ 35 kilom. à l'heure, la résistance de la voiture a été trouvée de 4^{kg}33 par tonne, et la consommation de 12,5 watts-heure par tonne-kilomètre, aux bornes des moteurs. Chaque charge, correspondant à un parcours de 4 410 tonnes-kilomètres (poids de la voiture 52^{t}5, parcours 84 kilom.) exige en moyenne 104 kilowatts-heure. La consommation d'énergie à l'usine est de $\frac{104\,000}{4\,410} = 23{,}6$ watts-heure par tonne-kilomètre. Le rendement des batteries en énergie, mesuré sur la ligne Bologne-Modène, a été trouvé de 57 °/₀; la vitesse normale sur cette ligne est de 45 kilom. à l'heure, la vitesse maximum 52 kilomètres.

On a recueilli les chiffres suivants, relativement à l'entretien des batteries. Les plaques positives, à oxydes rapportés, font un parcours moyen de 11 000 kilom., et les négatives un parcours double. Les positives pèsent 3 226 kilogr. par batterie, les négatives 3306 kilogr. Il faut donc 4 879 kilogr. de plaques pour 11 000 kilom. de parcours, ce qui, à 0 fr. 65 le kilogramme, représente 3 171 francs.

Le poids des plaques usées est d'environ 70 °/₀ des plaques neuves, et leur valeur 0 fr. 15 le kilogr., soit 512 francs. La dépense effective de plaques, pour 11 000 kilom. de parcours, est donc 2 659 francs, soit 0 fr. 24 par kilomètre, ou 0 fr. 00456 par tonne-kilomètre.

La visite des batteries, l'électrolyte, les réparations, ont coûté, pendant la première année, 0 fr. 12 par kilomètre, soit 0 fr. 00228 par tonne-kilomètre. Le kilowatt-heure étant compté à 0 fr. 10, le prix de la traction par tonne-kilomètre ressort comme suit :

Énergie	Fr.	0,00236
Renouvellement des plaques		0,00456
Entretien		0,00228
Total		0,00920

Digitized by Google

Les autres dépenses ont été les suivantes :

Directeur et sous-directeur d'usine, mécanicien. . . . . Fr.	0,1028	par kilomètre-train.
Surveillants à la station	0,023	—
Graissage	0,009	—
Entretien de l'automotrice.	0,045	—
TOTAL.	0,1798	—

Le prix de revient de la traction électrique ressort ainsi à 0 fr. 7167 par train-kilomètre, alors que la traction à vapeur à coûté 0 fr. 97 pendant la première année d'exploitation de la ligne Bologne-San-Félice. L'emploi de positives Planté, dont on a déjà commencé l'application, permettra sans doute de réduire encore les frais d'entretien. Enfin, par une meilleure utilisation des voitures, les frais généraux restant les mêmes, on espère réduire à 0 fr. 525 le prix de la traction électrique.

L'expérience faite sur ces deux lignes a donc été satisfaisante, tant au point de vue technique qu'au point de vue financier, et a montré que la traction électrique par accumulateurs peut être sérieusement envisagée pour certaines lignes de chemins de fer.

F. D.

JURISPRUDENCE

DE LA RESPONSABILITÉ DES ACCIDENTS DU TRAVAIL

dans les établissements hospitaliers ou de bienfaisance.

Un certain nombre d'établissements d'assistance par le travail, orphelinats et autres maisons de bienfaisance, emploient à des travaux industriels les personnes ainsi hospitalisées.

Si ces travaux sont de la nature de ceux auxquels la loi du 9 avril 1898 s'applique, lorsqu'il s'agit d'entreprises purement industrielles et privées, les établissements de charité dont il s'agit seront-ils également assujettis à cette loi, pour les accidents qui peuvent survenir par le fait ou à l'occasion du travail ?

C'est la question de savoir si la responsabilité de ces accidents procèdera de la condition de faute imputable au chef d'entreprise, dans les termes du droit commun, ou si cette responsabilité sera régie par les principes du risque professionnel et de l'indemnité forfaitaire que la loi de 1898 a introduits dans notre législation.

On a généralement pensé que la nouvelle loi ne s'appliquait pas aux industries exploitées par les Sociétés de bienfaisance, parce que l'œuvre poursuivie par ces Sociétés était indépendante de l'esprit de spéculation et de gain, qui est la caractéristique de toute entreprise vraiment industrielle.

C'est en ce sens que, dans un avis du 31 mai 1899, le Comité consultatif des assurances contre les accidents du travail a émis l'opinion que « la loi du 9 avril 1898 s'applique exclusivement aux industries ou exploitations annexes y dénommées, où un chef d'entreprise employant et salariant des ouvriers ou employés, réalise des fabrications ou des manutentions dans le but d'un gain ».

Une circulaire du ministre du Commerce, en date du 24 août 1899, a confirmé cette interprétation, en énonçant que, « d'une manière générale, on peut dire que la loi est applicable à tous les travaux industriels dont le but est de réaliser un gain et auxquels convient, par suite, la qualification légale d'entreprise ».

Et un des auteurs qui ont écrit sur la matière, M. Sachet, pour mettre en relief cette idée de gain absolument indispensable pour constituer l'entreprise, s'exprime ainsi : « C'est parce que le chef d'entreprise profite des bonnes chances qu'il doit supporter les mauvaises (1). »

Le jugement suivant du Tribunal civil de Lyon, du 7 février 1903, a fait l'application pratique de cette idée à l'Œuvre Lyonnaise de l'Assistance par le travail :

Le Tribunal;

Attendu que, le 16 septembre 1901, N..., qui était hospitalisé à l'Assistance par le travail, a été victime d'un accident; qu'il était occupé à scier une pièce de bois pour la débiter en petits paquets, aidé d'un autre hospitalisé qui tenait la pièce à l'une de ses extrémités, tandis que N... qui la tenait à l'autre, la dirigeait contre la scie; que tout à coup un faux mouvement du camarade de N... fit dévier la pièce de bois, et que la main gauche de N... fut profondément entaillée par la scie à ruban;

Attendu qu'il résulte d'un certificat médical remis par N..., que sa main gauche reste déformée et que les tendons extenseurs rétractés s'opposent à la flexion des doigts;

Attendu que N..., suivant exploit du 3 octobre 1902, a assigné D..., directeur de l'Assistance par le travail, en paiement d'une rente annuelle et viagère de 173 fr. 35; qu'il prétend qu'il a été victime d'un accident du travail et qu'il est en droit de revendiquer le bénéfice des dispositions de la loi du 9 avril 1898;

Attendu que N... n'était pas un ouvrier salarié et que D..., directeur de l'Assistance par le travail, nommé à ces fonctions de surveillance par le Conseil d'administration de l'Œuvre, n'est pas un chef d'entreprise ;

Attendu que l'Assistance par le travail n'est pas une entreprise industrielle, mais une œuvre de charité qui vit de la vente, il est vrai, des morceaux de bois qu'elle débite, mais qui, devant l'insuffisance des ressources qu'elle en tire, vit surtout des aumônes et des dons que lui font les personnes charitables et les membres de l'Œuvre; que N... n'est pas entré à l'Assistance comme salarié; qu'il y a été recueilli, comme les indigents qui s'y présentent, par charité, et qu'il y a été hospitalisé; qu'aucun contrat de travail n'a lié D... et lui; qu'il n'est intervenu qu'un simple contrat de bienfaisance dont le travail, consistant uniquement à débiter du bois, n'est qu'une condition accessoire: que les « hospitalisés » sont si peu des ouvriers salariés qu'aux termes de l'article 17 du règlement, ils ont le droit de sortir dans la journée aux heures qu'ils ont choisies pour chercher du travail; qu'aucune rétribution pécuniaire ne leur est allouée pour la tâche qu'ils ont à remplir, et que la petite somme qui leur est remise, à leur départ, si leur travail a été satisfaisant, est, non pas un paiement, mais un don; qu'il est de la dernière évidence que les établissements d'assistance par le travail, organisés et fonctionnant comme celui de la rue Louis-Blanc, où a été hospitalisé N..., ne sauraient être assimilés à des entreprises industrielles dont ils ne remplissent pas les conditions économiques; que, dès lors, la loi du 9 avril 1898 leur est inapplicable;

Par ces motifs;

Dit que l'accident dont N... a été victime, le 16 septembre 1901, n'est pas un accident du travail dans le sens de la loi du 9 avril 1898;

Dit que l'Œuvre Lyonnaise de l'Assistance par le travail ne constitue pas une entreprise industrielle, mais une œuvre de charité;

Rejette, en conséquence, comme mal fondée, la demande de N... et le condamne aux dépens (1).

Il semble que ce jugement donne trop d'importance à l'idée de désintéressement. Cette considération ne serait pas suffisante pour écarter l'application de la loi de 1898, s'il n'était pas, en outre, constaté que les hospitalisés de l'Œuvre Lyonnaise de l'Assistance par le travail ne sont pas liés à cet établissement par un contrat de louage de services, ni régulièrement salariés, et que, dès lors, ils ne participent pas à une véritable organisation industrielle.

Dans un arrêt du 29 mai 1902, la Cour d'appel de Paris (7e ch.), a même exprimé que le but charitable d'un établissement de bienfaisance est tout à fait secondaire, au point de vue de l'application de la loi du 9 avril 1898, et que cette loi doit s'appliquer, si, par sa nature et son objet, le caractère industriel du travail est certain.

Voici les termes de cet arrêt, où il s'agissait de la Société des Ateliers d'Aveugles :

La Cour;

Sur l'application de la loi du 9 avril 1898;

Considérant que l'établissement de la rue Jacquier, n° 1, fondé par l'Association dite « Société des Ateliers d'Aveugles », dans le but de procurer aux aveugles les moyens d'exercer un état, ne peut être considéré comme une école professionnelle, dans laquelle la direction des travaux serait exclusivement réglée sur les nécessités de l'enseignement;

Considérant que la Société, reconnue d'utilité publique, tirant ses ressources de la charité privée, ne poursuit pas, il est vrai, la réalisation d'un gain; mais que le caractère industriel du travail est indépendant du but dans lequel il est organisé; que ce caractère dépend uniquement de sa nature et de son objet;

Considérant que, pour subvenir aux charges de son œuvre de bienfaisance, la Société a entrepris une véritable exploitation industrielle des articles de sparterie, de brosserie et de chaiserie, dont la vente au public s'est élevée, d'après le rapport sur l'exercice de 1900, pour cette seule année, à 179 408 fr. 03;

Considérant, qu'en raison des matières premières employées, des procédés de fabrication, de l'importance de la production, du nombre des aveugles et des contremaîtres clairvoyants qui y sont occupés, les premiers juges ont, à bon droit, reconnu que cet établissement constituait une manufacture au sens de l'article premier de la loi du 9 avril 1898, et qu'en conséquence le contremaître L..., blessé au cours du travail qu'il y accomplissait, doit bénéficier des dispositions relatives au risque professionnel, auquel il était exposé;

Adoptant, au surplus, les motifs non contraires des premiers juges;

Par ces motifs;

Confirme, en principe, le jugement dont est appel... (2)

Par un second arrêt, en date du même jour, la Cour a confirmé un autre jugement du Tribunal civil de la Seine, en date du 16 juillet 1901, déclarant le directeur de l'Orphelinat Salésien, de Paris, assujetti à la loi de 1898. Après avoir constaté que, pour subvenir aux charges de son œuvre charitable, le directeur de cet établissement a organisé le travail industriellement et livré au public les produits qui sont fabriqués, à l'aide d'outillages mécaniques dans ses ateliers d'imprimerie, de reliure, menuiserie et serrurerie, la Cour ajoute que « participant dans ces conditions à une production ayant le caractère industriel, les apprentis qui y sont occupés sont exposés à de véritables risques professionnels et doivent, en conséquence bénéficier des dispositions de la loi de 1898 ».

C'est donc le « caractère industriel » du travail, indépendant du but dans lequel il est organisé, qui est la condition essentielle de l'application de cette loi.

Louis RACHOU,
Docteur en Droit,
Avocat à la Cour d'Appel de Paris.

(1) SACHET, *Accidents du travail*, n° 110.

(1) *Gazette des Tribunaux*, numéro du 18 avril 1903.

(2) *Recueil de la Gazette des Tribunaux*, 1902, 2e sem., I. 260.

Digitized by Google

VARIÉTÉS

Pavage avec fondation en béton armé.

Les avantages du petit pavé sur le pavé de gros échantillon sont assez reconnus et appréciés, surtout pour les voitures légères. Mais ce pavage demande à être assis sur une excellente fondation.

On a récemment employé, à Wolmirstedt (Allemagne), un système de fondation qui paraît, à ce point de vue, donner des résultats satisfaisants. Il consiste en une fondation en dalles de béton armé de 1 mètre de longueur, $0^m 05$ d'épaisseur et $0^m 45$ à $0^m 50$ de largeur, soutenues par des bordures en béton. L'armature de ces dalles est en fil de fer de $1^{mm} 5$ de diamètre avec mailles de $0^m 015$. Les longrines formant bordure ont 1 mètre de longueur, 15×20 centimètres de section, et un épaulement de $5\ 1/2 \times 10$ centimètres pour l'appui de la dalle (fig. 1 et 2).

Le profil transversal de l'ensemble de la fondation présente une pente de 4 %. Le béton est à quatre parties de sable pur à gros grains pour une partie de ciment. Entre les bordures en béton se trouve un lit de sable de $0^m 15$, nivelé au moyen d'un gabarit et bien damé, sur lequel reposent les dalles.

La figure 2 montre qu'on a soin de renforcer encore le point d'appui

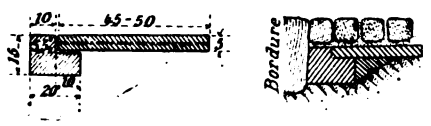


FIG. 1.

FIG. 2.

FIG. 1 à 3.
Dispositifs de pavage avec fondation en béton armé.

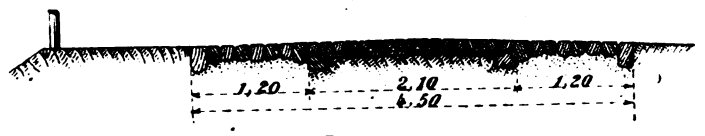


FIG. 3.

des dalles extrêmes sur les longrines de béton par un bourrelet en béton. Par dessus les dalles, un lit de gravier de 3 centimètres permet la pose du petit pavé.

Le *Zentralblatt*, auquel nous empruntons ces renseignements, signale les dernières applications de ce système.

Les fondations avec dalles de béton armé paraissent préférables à celles de béton damé, en ce que les dalles, fabriquées d'avance, ont acquis toute leur dureté avant l'emploi ; de plus, les matériaux sont posés aussitôt apportés, et la circulation dans les rues étroites est interrompue le moins longtemps possible ; enfin, au moment des travaux sur les conduites du sous-sol, les dalles peuvent facilement être enlevées et replacées, tandis que le béton ordinaire est difficile à démolir et ne peut servir de nouveau.

Il semble avantageux d'établir une bande centrale de petits pavés sur bonne fondation en béton (fig. 3) plutôt qu'une chaussée entière en moellons bruts ou en pavé médiocre.

Le voilier à sept mâts « Thomas W. Lawson ».

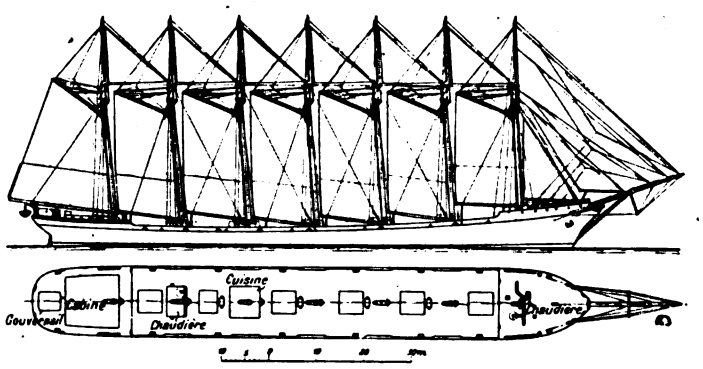
On a mis en service dans l'Amérique du Nord, du 1er juillet 1900 au 30 juin 1901, 22 grands schooners-goélettes, représentant 40 273 tonneaux. Tandis qu'en Europe les schooners sont, presque toujours, petits et réservés au cabotage, en Amérique on les emploie au service transocéanique. Le schooner américain *Thomas W. Lawson*, qui a été lancé le 10 juillet 1902, par suite des dispositifs spéciaux qui lui sont communs avec tous les schooners américains (manœuvre des voiles se faisant du pont, etc.) n'a qu'un équipage de 16 hommes, tandis que les navires de cette grandeur en ont généralement un double ou triple. A vrai dire, on a un peu sacrifié l'utilisation de la voilure, et le schooner ne marche bien qu'au plus près, tandis qu'il se comporte médiocrement avec vent arrière.

Il nous paraît intéressant de comparer, d'après la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, les dimensions du *Thomas W. Lawson*, et celles du plus grand voilier du monde, le *Preussen*, cinq-mâts construit dans les chantiers Tecklenborg, à Geestmünde :

		Lawson	Preussen
Longueur entre perpendiculaires. . . .	mètres.	123	133
Longueur à la flottaison.	—	112	121,9
Largeur maximum	—	15,25	16,30
Tirant d'eau moyen.	—	8	8,25
Tonnage brut.	tonneaux.	5 218	5 300
Tonnage net	—	4 914	5 000
Surface de voilure	mètres carrés.	3 994	5 560

Le *Thomas W. Lawson* est construit en acier ; sa quille est une poutre de 305 millimètres de hauteur et 89 millimètres de largeur ; ses trois ponts en acier s'étendent jusqu'aux cloisons étanches. Le gréement fixe et une partie du gréement de manœuvre est en cordages de fil d'acier ; le reste en chanvre de Manille supérieur.

Le logement des hommes occupe le dessous du gaillard d'avant ; celui du capitaine, des officiers et de quelques passagers, le gaillard d'arrière. La cuisine et les soutes à provisions occupent une cabine autour du troisième mât (à partir de l'arrière). De nombreux moteurs auxiliaires, auxquels deux chaudières fournissent la vapeur à 7 atmosphères, facilitent la manœuvre des voiles et toutes les autres : ce sont un gros cabestan à vapeur (cylindre de 230 millimètres de diamètre et 255 millimètres de course) sous le gaillard d'avant et six treuils sur le pont, devant les six panneaux d'écoutilles ; en outre, un cabestan



Élévation et plan du *Thomas W. Lawson.*

d'ancre et un treuil de déhalage, situés sur le gaillard d'avant, peuvent être mus soit à bras, soit par le cabestan à vapeur situé au-dessous. Deux pompes à vapeur servent à évacuer l'eau d'infiltration, à laver le pont ou à combattre l'incendie ; une petite pompe alimente les chaudières. Les appartements sont chauffés à la vapeur. Six réservoirs en tôle galvanisée, d'une contenance totale de 40 mètres cubes, contiennent la provision d'eau douce. Deux ancres, pesant environ 450 kilogr., et 1 000 mètres de chaîne en fer de 70 millimètres, complètent le matériel. La voilure comprend 7 voiles-goélettes, 7 huniers, 4 focs et quelques voiles de fortune.

Distributeur de sable, système Francq.

Le distributeur de sable imaginé par M. Francq, pour le service des chemins de fer et tramways, est caractérisé par un obturateur non étanche, en forme d'auget, dont le fonctionnement est assuré par l'accumulation même du sable qu'il reçoit. Il se compose d'une boîte A (fig. 1 et 2), en deux pièces, fixée sur le fond d'un réservoir à sable de forme ordinaire. Cette boîte porte deux tubes B et D placés dans

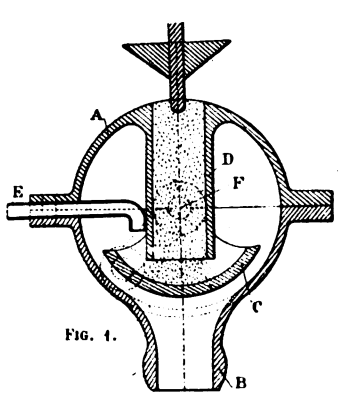


FIG. 1.

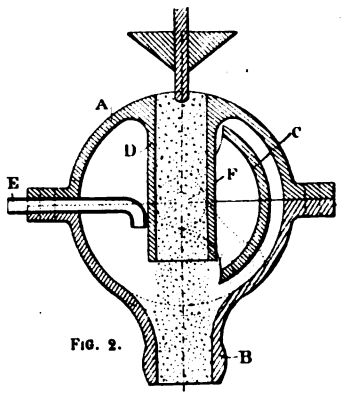


FIG. 2.

le même axe, l'un à l'extérieur, l'autre à l'intérieur : le tube D, d'une longueur déterminée, prend naissance à la partie supérieure du corps de la boîte à laquelle il est soudé et amène le sable qu'il reçoit directement du réservoir dans l'intérieur de l'appareil. Le tube B, prolongement en forme d'entonnoir de la partie inférieure de la boîte A, reçoit du tube D le sable qui en tombe par l'action de la pesanteur et l'évacue au dehors pour le laisser tomber au point utile.

Un auget C, pouvant osciller autour de tourillons F, est intercalé entre ces deux tubes et permet l'obturation complète du tube supérieur D amenant le sable. Cette obturation s'obtient lorsque la quantité de sable déversée dans l'auget atteint la partie inférieure de D.

Pour faire fonctionner l'appareil, il suffit de faire tourner l'auget C, en dégageant la partie inférieure de D d'une quantité suffisante et variable suivant le résultat à obtenir. Ce mouvement peut lui être communiqué, dans ce cas, par un levier calé sur l'un des tourillons de l'auget. Pour la commande pneumatique on agit sur un robinet placé à portée du mécanicien et relié, d'une part, au réservoir du frein à air, d'autre part, à la boîte A de l'appareil par un tube E. Un simple jet d'air soufflant, comme dans la sablière Gresham, sur le talus d'éboulement suffira à entraîner celui-ci.

Le cône placé au-dessus du distributeur permet d'en régler le débit maximum et d'empêcher le tassement du sable.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 27 avril 1903.

Astronomie. — I. — *Sur l'observation de l'éclipse de lune du 11 avril 1903.* Note de M. P. Puiseux, présentée par M. Lœwy. — Note de M. A. Kannapell, présentée par M. Wolf.

Ces deux Notes donnent des détails sur les observations faites au moyen du grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris et de l'équatorial photographique double de la Faculté des Sciences de Paris.

II. — *Sur l'amortissement des trépidations du sol. Application au bain de mercure à couche épaisse.* Note de M. Maurice Hamy, présentée par M. Lœwy.

L'auteur considère un support qui, placé sur un sol animé d'un mouvement vibratoire, soutient un solide pesant M, suspendu par des ressorts à boudins égaux, de masses négligeables, dont les points d'attache, au support et au solide, sont les sommets de deux polygones réguliers égaux ; et recherche les conditions du mouvement de ce solide, sachant qu'il est gêné dans ses déplacements par un amortissement proportionnel à la vitesse.

Le calcul montre que l'effet de la composante verticale des trépidations, sur le système suspendu, se réduit, lorsque l'amortissement a fait son office, à une oscillation de même période que celle des mouvements du sol, mais d'amplitude différente. L'effet de la composante horizontale se réduit, dans certaines conditions, à un mouvement d'oscillation de très faible amplitude autour d'un point fixe X. Ce point X et le centre du polygone régulier P, aux sommets duquel les ressorts sont attachés, occupent, par rapport au centre de gravité, des positions réciproques analogues à celles des deux axes réversibles dans un pendule composé.

Pour mettre un appareil à l'abri des agitations du sol, il convient donc de placer l'organe sensible le plus près possible du point X du système formé par l'objet et par la plate-forme suspendue où il est disposé. L'application de ces considérations au bain de mercure a conduit à des résultats satisfaisants ; à côté d'un moteur à gaz, les images réfléchies ont été immobiles ; leur netteté était à peine troublée à chaque détonation, pendant un temps très court. On a reconnu la nécessité de disposer des étouffoirs très légers contre les ressorts qui tendent, à chaque instant, à prendre un mouvement vibratoire nuisible.

A la suite de ces études, des bains suspendus ont été installés, à l'Observatoire, pour des déterminations de longitude entre Paris et Greenwich.

Chimie minérale. — *Sur la cémentation du fer.* Note de M. Georges Charpy, présentée par M. H. Moissan.

On ne possède que peu de données quantitatives précises sur ce phénomène. Il est important, cependant, de savoir si la cémentation est limitée, dans des conditions données, à une certaine teneur en carbone du métal. Les seules données d'ensemble sur ce sujet se trouvent dans un Mémoire de Mannesmann qui donne une courbe indiquant la teneur en carbone, limitant, à différentes températures, la cémentation du fer. Les procédés suivis pour déterminer cette courbe ne sont pas décrits et les températures y sont manifestement inexactes, la température de fusion du fer étant prise égale à 2 000 degrés.

L'auteur a effectué de nombreux essais en vue de déterminer les limites de la cémentation. Les céments examinés étaient : le graphite, le charbon de bois, calciné ou frais, pur ou mélangé de carbonates alcalino-terreux, le noir animal, le gaz d'éclairage, l'oxyde de carbone, le cyanogène, le cyanure de potassium. De l'acier doux, sous forme de limaille, de copeaux ou de fils, était chauffé pendant des temps variables au moyen de fours électriques, dont un pyromètre Le Chatelier permettait de suivre la température.

Ces essais conduisent à conclure que, quels que soient le cément employé et la température, la cémentation n'est pas limitée par la solubilité du carbone dans le fer.

Lorsque le métal soumis à l'expérience est saturé de carbone, ce qui arrive au bout d'un temps qui est fonction des dimensions de l'échantillon, de la nature du cément et de la température (dont l'élévation augmente la vitesse de diffusion du carbone), il peut se séparer, en certains points du métal, des cristaux de *cémentite* ou carbure de fer, qui se développent graduellement.

Quand on opère à température plus élevée, le carbure de fer, qui est instable, se décompose en donnant du graphite. Par un mécanisme analogue à celui de la formation du carbure de fer, le carbone qui se dissout en un point va se séparer en un autre sous forme de graphite, et, comme le produit séparé ne contient pas de fer, la réaction peut continuer indéfiniment.

Embryogénie générale. — *Influence des rayons du radium sur les animaux en voie de croissance.* Note de M. Georges Bohn, présentée par M. Alfred Giard.

En exposant aux rayons du radium différents tissus et organismes, on a obtenu des effets curieux, allant jusqu'à la destruction de la cellule ou la mort de l'individu. M. Bohn a étudié l'influence d'une exposition moins prolongée sur les tissus en voie de formation et sur les animaux au cours de leur développement.

Il a placé des larves de crapauds et de grenouilles dans une petite cuve renfermant une mince couche d'eau, sur laquelle flottait un tube contenant quelques centigrammes d'un bromure de radium très actif, et il a suivi leur développement comparativement à celui des témoins.

De ces expériences, il ressort d'une façon très nette, que *les rayons de Becquerel agissent surtout sur la croissance des tissus et des organismes :* quand celle-ci est lente, ils déterminent un amoindrissement de la taille (crapauds, têtards de grenouilles) ; quand elle est rapide et s'accompagne de transformations (embryons de grenouilles), ou bien ils détruisent les tissus, ou bien ils ralentissent leur croissance, ou bien, enfin, ils l'accélèrent, et cela suivant les régions et les tissus.

L'auteur fait cette remarque, très importante au point de vue biologique : il suffit que les rayons du radium traversent le corps d'un animal pendant quelques heures pour que les tissus acquièrent des propriétés nouvelles, qui pourront rester à l'état latent pendant de longues périodes, pour se manifester tout à coup au moment où normalement l'activité des tissus augmente. Tout porte à penser que les rayons du radium agissent sur la chromatine, car c'est de l'activité de cette substance que résulte l'assimilation et, par suite, la croissance.

Physique. — *Sur le rayonnement du polonium et sur le rayonnement secondaire qu'il produit.* Note de M. Henri Becquerel.

Le rayonnement du polonium diffère de celui du radium par l'absence de rayons semblables aux rayons cathodiques. Les rayons les plus actifs du polonium sont formés d'un faisceau sensiblement homogène possédant, comme les rayons α du radium, une faible déviabilité dans un champ magnétique très intense et une dispersion insensible ; ils sont caractérisés par l'absorption très considérable qu'ils éprouvent au travers du papier, du verre, du mica ou des métaux en lames très minces.

M. Becquerel a observé récemment, en outre, dans le rayonnement du polonium, l'existence d'un rayonnement très pénétrant. Il décrit les expériences d'impressionnement de plaques photographiques au moyen de nitrate de polonium ou de grains de polonium, notamment au travers d'écrans en mica. Ces produits perdent, avec le temps, une grande partie de leur activité.

Il termine par quelques considérations sur le rayonnement de l'uranium, qui ne possède pas de rayons analogues aux rayons α du radium et du polonium.

Après avoir rappelé que l'impression obtenue dans l'air sur une plaque photographique, par les rayons de l'uranium, est entièrement produite par des rayons déviables comme le sont les rayons cathodiques, il annonce qu'il a refait récemment l'analyse magnétique du rayonnement émis par l'uranium, en utilisant l'action sur une plaque photographique et en opérant dans le vide presque complet. L'impression obtenue a été encore entièrement déviée et dispersée sans trace de rayons non déviables actifs ; la pose avait duré quarante-trois jours.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AGRICULTURE

Irrigation de la plaine de la Hart par les eaux d'égout de Mulhouse. — M. A. Thierry-Mieg, dans une communication à la *Société Industrielle de Mulhouse* (Bulletin de décembre 1902), décrit le système d'irrigation, en cours d'exécution, de la plaine de la Hart, qui changera complètement les conditions économiques de ce pays déshérité. Cette région, en effet, qui comprend 38 à 40 kilom. de longueur de Kembs à Neuf-Brisach et 10 à 15 kilom. de largeur du Rhin à l'Ill et au canal Vauban, est sablonneuse et aride : son sous-sol composé presque uniquement de gravier et de sable, son manque de terre végétale, la rendent impropre à toute culture sérieuse.

L'idée déjà ancienne d'amener les eaux du Rhin dans ce pays désolé dut être écartée, l'analyse des limons du fleuve n'ayant pas révélé la présence d'acide phosphorique, indispensable à la nutrition des plantes. C'est ce complément nécessaire que le nouveau projet doit apporter à ce sol, en y déversant les eaux ménagères de Mulhouse.

D'après un traité conclu en 1897, entre cette ville et l'État, la ville s'engage à livrer à celui-ci ses eaux vannes ; elle est tenue de les pomper à ses frais, de manière à les élever à une hauteur suffisante pour permettre leur écoulement naturel de la station des pompes jusqu'au canal d'irrigation ; l'établissement de ce canal est à la charge de l'administration départementale.

L'auteur rappelle que la partie irriguée est celle située entre le Rhin et le canal du Rhône au Rhin ; elle comprend 16 communes avec 10 500 habitants ; on espère y obtenir, par l'appoint des détritus mulhousiens, une superficie de prairies de 3 000 à 4 000 hectares.

Le degré de concentration des eaux sales nécessitant leur mélange avec de l'eau pure, celle-ci est empruntée au Rhin. Une saignée a été pratiquée à cet effet dans le canal de Huningue.

L'auteur indique comment, réunies dans un collecteur principal, les eaux d'égout sont élevées de 3 à 4 mètres par deux pompes, à raison de 300 litres par pompe et par seconde, et amenées, par des tuyaux en tôle, jusqu'à un château d'eau, d'où elles sont envoyées dans la plaine.

Au point de jonction des eaux d'égout et de la dérivation du Rhin, un système de vannes permet de régler l'arrivée de l'eau propre suivant le degré de concentration du liquide usé venant de la ville, degré de concentration qui varie avec les saisons et les pluies.

L'épaisseur de la couche de gravier du sous-sol, variant de 10 à 18 mètres, est une garantie suffisante contre la contamination de la couche profonde qui sert à la boisson de la population.

La longueur totale de la canalisation emmenant les eaux usées de Mulhouse est de 72 kilom. La dépense d'exécution des ouvrages a été estimée à 2 375 000 francs et sera supportée en entier par l'État ; seules les dépenses tendant à constituer la superficie prévue en prairies restent à la charge des propriétaires. Les travaux seront, suivant toute probabilité, terminés en 1904.

CHEMINS DE FER

Locomotive compound à quatre cylindres des chemins de fer du Jura-Simplon. — La Compagnie des chemins de fer du Jura-Simplon vient de créer un nouveau type de locomotive destiné à assurer le service des trains express internationaux sur la ligne Paris-Milan, dans la section de Pontarlier à Domo-d'Ossola, lorsque le tunnel du Simplon sera ouvert à l'exploitation. La traversée proprement dite du tunnel se fera au moyen de locomotives électriques ; cette solution était tout indiquée, dans une région où les chutes d'eau sont si nombreuses, et aussi par raison d'hygiène.

La machine dont il s'agit a été établie pour remorquer une charge de 300 tonnes, sur rampe de 10 millim., à la vitesse de 50 kilom. à l'heure. Elle repose sur trois essieux accouplés, munis de roues ayant 1m 850 de diamètre, et sur un bogie à l'avant ; elle possède quatre cylindres à double expansion. La *Revue générale des Chemins de fer* en donne la

Digitized by Google

description détaillée dans son numéro d'avril. Comme particularités, il convient de citer l'application de distributeurs du système Trick, du frein modérable Westinghouse-Henry à action rapide, de graisseurs mécaniques Friedmann et d'un tachygraphe Hausshaelter.

Le tender qui accompagne cette machine est monté sur deux bogies. La contenance de ses caisses à eau est de 17 mètres cubes et celle de ses soutes à charbon de 4 tonnes. Le roulement de cette machine est très doux, même à la vitesse de 112 kilom. qui a été atteinte aux essais, sur la ligne de Genève-Berne, où la locomotive susdite se trouve actuellement et momentanément en service.

ÉLECTRICITÉ

Fours électriques de laboratoire. — L'*Electrical World*, du 4 avril, décrit les divers types de fours de laboratoire employés à Owens College (Manchester).

Pour les expériences à petite échelle, on se sert d'un four Moissan de 40 kilowatts, en pierre de Monk's Park. Il est principalement employé pour les premières recherches en vue d'opérations plus importantes, mais il ne peut servir que pour des expériences de courte durée et ne se prête pas à la marche continue.

Un four vertical est intermédiaire entre le précédent et les appareils industriels. Le creuset y est formé d'un bloc de charbon creusé d'une cavité. Lorsqu'on l'emploie pour l'électrolyse des sels fondus, le creuset est souvent constitué par la matière même à traiter, dont une croûte extérieure est maintenue solide par circulation d'eau.

La préparation du carbure de calcium, du ferrochrome, de l'alumine fondue, etc., se fait dans des fours construits en briques.

Enfin, le laboratoire dispose d'un four pouvant supporter la pression des gaz jusqu'à 200 atmosphères, et servir sous une tension de 1 000 volts. Cet appareil est pourvu d'une circulation d'eau et d'une garniture intérieure qui protège de la haute température l'enveloppe soumise à la pression. Ce four est appelé à fournir des résultats intéressants pour l'étude des réactions sous pression.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Décomposition des mortiers par les eaux chargées de sulfate de chaux. — M. Bied, directeur du laboratoire de la Société Pavin de Lafarge, du Teil, étudie, dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (3e trimestre de 1902), les décompositions des mortiers qui se produisent dans les travaux en eaux douces, lorsque celles-ci sont chargées de sulfates alcalins ou alcalino-terreux.

Ces décompositions revêtent souvent un caractère d'importance qu'elles ne prennent pas dans l'eau de mer. L'auteur en donne plusieurs raisons :

1° L'absence dans l'eau douce de la couche protectrice formée par les algues et les coquillages qui aide si puissamment à la conservation des mortiers en eau de mer; 2° les eaux chargées en sulfate de chaux ont une action décomposante plus énergique que les eaux à 6 °/₀₀ de sulfate de magnésie, comme l'eau de mer; 3° la filtration des eaux environnantes, facilitée déjà par l'absence de couche protectrice, est dans certains cas considérablement augmentée par les rayons du soleil qui frappent l'une des faces des ouvrages, tandis que l'autre est mouillée. Il s'ensuit, sur la face exposée au soleil, une évaporation constante, activant la filtration et amenant un dépôt de sels nuisibles à l'intérieur du mortier.

L'auteur examine ensuite les décompositions qui lui ont été signalées sur la ligne de Linarès à Almeria, en Espagne, et qui sont attribuables à la présence du sulfate de chaux dans les eaux en contact des maçonneries. Il cite également, comme décomposition due à la même cause, l'altération rapide qu'a subie une conduite d'eau en ciment comprimé installée près de Boufarik.

Les souterrains de Rimont et de la Plagnotte, sur la ligne en construction de Saint-Girons à Foix, ont eu, eux aussi, à souffrir de la présence du sulfate de chaux dans les eaux au contact des maçonneries.

M. Bied termine sa Note par la description de phénomènes de même nature constatés dans le sud-algérien, dans la région du Chott El-Hodna, sur la route de M'Sila à Bou-Saada.

Il semble résulter d'un certain nombre d'essais que des liants très peu alumineux, toutes choses égales d'ailleurs, se décomposent moins rapidement au contact des eaux sulfatées que les liants alumineux. Le mode de décomposition semble également différent : ils se mettent en bouillie sans gonflement, tandis que les autres ont une force d'expansion très considérable.

D'après l'auteur, il est à souhaiter que dans tous les laboratoires, et toutes les fois que l'occasion s'en présentera sur les chantiers, on fasse le plus d'expériences possibles pour essayer de trouver un liant à l'abri des décompositions chimiques par les eaux sulfatées.

MÉCANIQUE

La turbine à vapeur Curtis. — Dans le *Street Railway*, du 11 avril, M. Emmet décrit la turbine à vapeur Curtis. Cette machine, comme la turbine de Laval, emploie exclusivement l'énergie cinétique de la vapeur, mais elle est à plusieurs expansions comme la turbine Parsons. Elle diffère toutefois de cette dernière en ce qu'elle est à injection partielle, et que la régulation s'effectue en variant l'étendue de la région d'admission de la vapeur.

Chaque partie de la turbine comprend plusieurs rangées d'aubes fixes, entre lesquelles tournent des aubes mobiles. L'axe est vertical.

L'article est accompagné de résultats d'essais d'une turbo-dynamo de 600 kilowatts à 1 500 tours (vitesse périphérique 128 mètres par seconde). Une série de courbes montre l'influence sur la consommation, de la pression, du degré de surchauffe et du degré de vide. Ce dernier exerce une influence très importante, et l'auteur considère comme une grande supériorité de la turbine la possibilité de fournir une grande expansion, alors que la machine à piston conduit, pour arriver à ce résultat, à des dimensions d'organes inacceptables. Un autre avantage réside dans l'absence d'huile dans la vapeur, et dans la possibilité de retourner aux chaudières, au moyen de la condensation par surface, une eau ne contenant pas d'air, ce qui réduit les dimensions de pompes de condenseur. Une turbine de 5 000 kilowatts est en construction à Chicago, et l'auteur estime que dans les grandes usines électriques, le remplacement des machines à piston par des turbines de ce genre serait payé en trois ans par l'économie d'exploitation.

Des dessins à échelle réduite montrent l'encombrement comparé de la turbine Curtis, des machines à piston et des turbines de Laval ou Parsons.

L'*Electrical World*, du 11 avril, contient un article sur le même sujet.

MÉTALLURGIE

Profils des cylindres de laminoirs. — Le *Stahl und Eisen*, du 1er avril, résume les parties principales de l'ouvrage de M. Geuze, intitulé : Laminage du fer et de l'acier, où l'établissement pratique des calibres se trouve déduit d'études théoriques. La première partie traite du dégrossissage, des déformations subies par le métal, de la recherche du centre de gravité des profils; la seconde est consacrée à l'examen détaillé du calibrage des cylindres et de sa réalisation.

Après avoir signalé quelques lacunes dans le traité de M. Geuze, l'auteur de cet article lui emprunte de nombreux exemples, de profils pour le laminage de fers ronds, de fers plats, de cornières, de fers à T et de rails.

MINES

Extraction aux grandes profondeurs. — Dans l'*Engineering and Mining*, du 4 avril, M. Robert Peele étudie dans quelles conditions il convient d'exploiter les mines aux grandes profondeurs. La question commence à se poser en Amérique; elle a déjà provoqué de nombreuses discussions et il semble que la solution la plus économique consistera dans l'aménagement de recettes intermédiaires divisant la hauteur du puits en plusieurs étages, chacun d'eux étant desservi par une machine d'extraction spéciale; les moteurs placés en sous-sol devront être commandés électriquement, par une station centrale placée au jour. Deux semblables installations ont déjà été faites en Allemagne. Cette solution ne paraît pas avantageuse, selon l'auteur, tant que la profondeur du puits ne dépasse pas 2 300 mètres, bien qu'on admette généralement 1 200 à 1 500 mètres comme limite supérieure. Jusque-là les moyens dont on dispose actuellement pour les profondeurs moyennes seraient parfaitement suffisants, à condition de leur faire subir quelques modifications. Ce sont ces modifications qui font l'objet de l'article.

Deux points importants sont à considérer : 1° le coefficient de sécurité et la qualité de l'acier qu'il convient d'adopter pour la confection des câbles; 2° la variation de charge de la machine d'extraction selon la longueur de câble déroulée, si préjudiciable à son bon fonctionnement quand sa puissance est élevée.

L'auteur montre que par l'emploi de câbles ronds et coniques en fils d'acier, dit acier à charrue trempé sec et résistant à 180 kilogr. par millimètre carré, de tambours et de molettes ayant un diamètre au moins égal à 150 fois le plus gros diamètre du câble, on n'arrive à aucune impossibilité matérielle. Pour de grandes longueurs, de pareils câbles agissent comme des ressorts au moment de l'enlevage, réduisant beaucoup la tension exagérée pouvant provenir du mou du câble. L'auteur attire l'attention sur un point généralement peu connu : la tension d'un câble dans la partie enroulée est supérieure à celle de la partie déroulée, elle peut la dépasser d'un sixième. Il montre que l'emploi de câbles cylindriques et de tambours à profil déterminé en vue d'égaliser le moment résistant, n'est pas à recommander. Aux grandes profondeurs, la tangente à la méridienne, aux points qui correspondent au plus grand diamètre du tambour, fait avec l'axe un angle beaucoup trop grand et le brin qui s'enroule pourrait glisser avec choc sur les spires enroulées et produire la rupture du câble. De plus, ce système ne permet pas de très grandes vitesses, à cause du flottement du câble pendant l'enroulement.

Les placers aurifères de la Sibérie. — M. A. Bordeaux, ayant visité les placers sibériens et principalement ceux de la Sibérie orientale, étudie ces régions au point de vue de la production de l'or, dans la *Revue universelle des Mines* (tome I de 1903). Il rappelle tout d'abord que la Russie et la Sibérie ont produit ensemble, de 1745 à 1900, plus de 2 000 tonnes d'or, ou 6 milliards de francs. Certains districts de la Sibérie orientale sont d'ailleurs, en ne tenant compte que de l'étendue exploitée, tout à fait comparables au Klondyke : celui de l'Olekma et du Vitim, par exemple, a produit en quelques années plusieurs centaines de millions et est encore actuellement le plus riche de la Sibérie. D'autres districts, l'Yénisséi, la Zéia, l'Amgoune, ont été fabuleusement riches en certains points : les placers de Djilinda, du Djolon sur la Zéia, ont produit plus de 200 millions; ceux de Vissioly et de Pokrovsky, etc., sur l'Amgoune, ont dépassé 120 millions.

Dans la première partie de son étude qui est aussi la plus importante, l'auteur s'occupe de la Sibérie orientale; il en examine la géologie générale et la géologie du bassin de la Léna en particulier. Il donne ensuite la description géologique de la région aurifère de l'Olekma et du Vitim en s'inspirant de l'étude de l'ingénieur des mines Guérassimoff, puis indique les arrondissements miniers de cette région et les districts qui les subdivisent. M. Bordeaux donne, pour chaque district minier, la meilleure voie d'accès et quelques détails sur les principaux placers.

Résumant les méthodes de recherche, les travaux d'étude et la méthode d'exploitation et de lavage sibérienne, il insiste principalement sur les procédés modernes dont l'introduction, d'une manière industrielle, ne date guère que de l'année 1902.

L'auteur donne, dans la seconde partie de son intéressant travail, les traits géologiques généraux de la Sibérie occidentale et se borne à en indiquer la production d'ensemble, ainsi que les principaux placers.

Ces placers, aussi bien ceux de la Sibérie orientale que ceux de la Sibérie occidentale, sont des gîtes d'or très irréguliers, nullement comparables aux conglomérats du Transvaal et de l'Afrique occidentale dont la régularité fait la principale valeur. Actuellement les placers riches paraissent s'épuiser et la question se pose de leur exploitation en grand par des moyens mécaniques, par le monitor et l'élévateur hydraulique, par des dragues, des excavateurs, etc.

Mais si l'avenir des placers sibériens est un peu problématique, au point de vue de l'exploitation industrielle des régions pauvres par des moyens mécaniques, il peut se rencontrer encore des placers très riches dans les immenses régions qui restent à explorer. Dans tous les cas, l'auteur estime qu'il subsiste toujours les filons aurifères qui feront, sans doute, l'avenir de la Sibérie.

TRAVAUX PUBLICS

Affaissement d'un brise-lames à Buffalo (États-Unis). — On vient de construire, pour le port de Buffalo (New-York), un brise-lames de 2 200 mètres de longueur. Durant une tempête qui

Digitized by Google

eut lieu le 10 décembre 1902, alors qu'il ne restait plus que trois jours de travail à exécuter pour achever le brise-lames, celui-ci s'est affaissé de 3 à 4m 25 sur une longueur de 300 mètres environ, et le sol argileux qui le porte s'est enfoncé. Cinq jours après, un nouvel affaissement se produisit en un autre point du brise-lames, sur une longueur de 90 mètres environ. L'*Engineering News*, du 19 mars, donne quelques détails sur cet accident.

Dans le projet primitif de cet ouvrage, on avait prévu un tassement immédiat de 4m 50 au centre, et 3 mètres aux extrémités, mais, lors de la construction, ces tassements ne se produisirent pas, le tassement total produit en certains endroits ne dépassant pas 30 à 60 centimètres. On suppose que l'argile, dans la partie sud du brise-lames où se sont produits les affaissements, a moins de résistance qu'à l'autre extrémité de l'ouvrage. Dans cette dernière partie du brise-lames, construite depuis un à cinq ans, il ne s'est produit aucun tassement. Les sondages préliminaires avaient, d'ailleurs, montré que, vers le nord, l'angle renferme des couches de sable et de graviers qu'on ne retrouve plus au sud.

L'accident a laissé intacte la partie du brise-lames située du côté du lac, jusqu'au niveau de l'eau; l'arrière seul a cédé. Il a dû se produire un tassement et un glissement vers l'arrière, sous l'effort de lames très puissantes.

Pour les réparations proposées, on compte disposer des empierrements du côté du port, de façon à donner au brise-lames, de ce côté, une pente à peu près égale à celle du talus, du côté du lac.

Les pierres de parement affaissées seront réutilisées pour le nouveau parement, là où la chose sera possible, et des enrochements seront disposés, le long du talus intérieur, sur toute la longueur du brise-lames, pour donner plus de base à l'ouvrage.

Ouvrages récemment parus.

Les Installations hydro-électriques de la Société de Fure et Morge *(Usine génératrice de Champ, Isère. — Transport de force à longue distance par courant triphasé)*, par Ch. Lépine, Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur général de la Société hydro-électrique de Fure et Morge. — Un vol. grand in-8° de 146 pages, avec 62 figures dans le texte et 7 planches hors texte. — Publications du journal le *Génie Civil*, 1903. (En vente chez MM. A. Gratier et J. Rey, à Grenoble.) — Prix : 8 francs.

Le *Génie Civil* avait déjà publié, au mois de novembre dernier (1), une étude succincte sur l'usine hydro-électrique créée sur le Drac, près de Grenoble, en vue de la production d'énergie électrique destinée à l'alimentation des centres industriels des vallées de la Fure et de la Morge.

Cette usine et le transport de force à grande distance qui la relie aux points d'utilisation de l'énergie, ont été créés par l'initiative d'un syndicat d'industriels intéressés qui a souscrit par avance des abonnements de trente ans, dont le total dépasse 3 000 chevaux. L'assurance ainsi obtenue d'une vente d'énergie très importante a rendu facile la constitution de la Société hydro-électrique de Fure et Morge qui a assumé la construction de l'usine génératrice et l'établissement de la distribution de l'énergie à domicile.

M. Charles Lépine, directeur de cette Société, qui a projeté et fait exécuter toutes ses installations, vient d'en publier une monographie très intéressante et très complète qui sera certainement consultée avec fruit par les Ingénieurs qui s'occupent de créations similaires

Après avoir fait un historique détaillé des conditions particulières dans lesquelles a été créée ladite Société, M. Lépine donne quelques indications générales sur le régime du Drac, qui est le torrent le plus abondant de France et dont les eaux capricieuses ont été asservies, pour la première fois, par l'usine dont il s'agit.

Il décrit ensuite la canalisation hydraulique, composée d'abord d'un canal à ciel ouvert de 600 mètres de longueur, puis d'une conduite forcée de 3m 30 de diamètre intérieur et de 4 700 mètres de longueur dont 2 200 mètres en béton armé et 2 500 mètres en tôle d'acier. Cette canalisation crée une chute utile de 32 mètres et livre passage à un débit de 17 mètres cubes par seconde, donnant sur l'arbre des turbines une puissance d'environ 5 500 chevaux.

Avec les différentes pertes de la transmission, on compte pouvoir fournir encore 4 200 chevaux chez les abonnés, le transport se faisant à la tension de 26 000 volts et sur une distance moyenne d'environ 40 kilom. Actuellement, la puissance des moteurs desservis s'élève à 3 500 chevaux.

M. Lépine décrit ensuite l'usine génératrice de Champ et donne des détails sur la construction des turbines, des alternateurs, des tableaux de distribution, etc. Puis il passe à la description du réseau de distribution et des sous-stations, et donne des détails intéressants sur l'organisation du service d'exploitation.

L'auteur a réuni dans des annexes les détails de construction et les calculs des différentes vannes, de la canalisation hydraulique, ainsi que ceux relatifs aux conducteurs électriques.

D'autres annexes contiennent divers renseignements sur l'exploitation, tels que rapports journaliers des chefs de poste, feuille journalière de l'usine génératrice, contrats d'abonnement, etc.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 4, p. 49.

Die Zentralheizung, par Hugo Freiherrn von Seiller, Ingénieur. — Un volume in-8° de 176 pages, avec 116 figures. — Hartleben, éditeur, Vienne. — Prix : broché, 4 marks.

L'auteur de cet ouvrage consacre un premier chapitre au chauffage en général; il passe en revue l'emploi de l'air chaud, de la vapeur, de l'eau chaude et de l'eau surchauffée. Il examine ensuite la construction des appareils de chaque système, en étudiant les chaudières, les radiateurs, la canalisation, qui leur conviennent. Enfin, dans le dernier chapitre, à l'aide de tables numériques où sont réunis tous les coefficients utiles, il donne l'exemple d'un projet complet de calorifère pour chacun des systèmes de chauffage énumérés, de façon à permettre au lecteur d'établir, rapidement, le devis d'une installation quelconque.

INFORMATIONS

Essai d'une locomotive française en Angleterre.

M. Webb, l'un des partisans les plus convaincus de l'application du système compound sur les locomotives, et à qui est due la création du type de machine à double expansion, à trois cylindres, qui a longtemps prévalu à la Compagnie anglaise du London and North Western, semble vouloir abandonner définitivement ce dernier type, pour accorder la préférence aux locomotives à quatre cylindres, très en faveur sur les réseaux français. Il avait déjà fait pressentir cette évolution, alors qu'il était Ingénieur en chef de la Compagnie précitée. Il semble aujourd'hui entrer résolument dans cette nouvelle voie, en important sur les chemins de fer du Great Western, dont il dirige actuellement les services de traction, le type de locomotive compound « Atlantic » qui figurait à l'Exposition universelle de 1900, dans la section du Nord français.

La première machine de ce système, commandée par M. Webb aux ateliers de Belfort de la Société alsacienne de Constructions mécaniques, roulera probablement sur les voies anglaises, à partir du mois de juin prochain. Les essais qui seront faits, à cette occasion, comparativement avec les types les plus récents de locomotives anglaises à grande vitesse, choisis parmi les meilleurs, ne manqueront pas de faire ressortir la supériorité, notamment au point de vue de la puissance, de la machine française et permettront, vraisemblablement, à la Compagnie du Great Western Railway d'accélérer la marche de ses trains rapides.

Il convenait d'enregistrer cette initiative intelligente et de constater ce succès, remporté par l'industrie française, dans un pays qui s'est maintenu si longtemps à la tête du progrès, en matière de construction de locomotives.

Les chaudières du contre-torpilleur « Arquebuse ».

Le dernier type de contre-torpilleurs français, malgré l'accroissement de puissance et de vitesse qu'il a reçu, ne possède, comme la plupart des précédents, que deux chaudières simples, c'est-à-dire chauffées à une seule extrémité.

Dans l'*Arquebuse*, qui vient d'être livrée à Cherbourg par MM. Augustin Normand et Cie, et dans plusieurs bateaux similaires, les deux chaudières sont du système « Normand ».

La puissance moyenne maximum en route libre de l'*Arquebuse* s'est élevée à 7 200 chevaux, imprimant au navire une vitesse de 30,75 nœuds, de sorte que chaque chaudière a fourni la vapeur nécessaire pour 3 600 chevaux; la pression a pu être maintenue sans difficulté. Ce chiffre constitue, très probablement, le record de puissance d'une chaudière simple. Il s'explique en partie, il est vrai, par le fonctionnement économique des machines qui sont, comme précédemment, pourvues des réchauffeurs d'alimentation, soupapes de cylindres, purgeurs automatiques, etc., des constructeurs. Il est néanmoins très intéressant, car on ne peut généralement pas inférer du bon résultat d'un générateur qu'il fonctionnera également bien sur une échelle beaucoup plus grande. La surface de grille de chaque chaudière s'élève à 7m²07 et sa surface de chauffe à 342 mètres carrés.

V° Congrès international de Chimie appliquée, Berlin, 2-8 juin 1903.

Le V° Congrès international de Chimie appliquée se réunira à Berlin du 2 au 8 juin 1903.

Le I^er^ Congrès s'est tenu à Bruxelles en 1894, le II° à Paris en 1896, le III° à Vienne en 1898 et le IV° Congrès à Paris en 1900, pendant l'Exposition. C'est dans la séance plénière de ce dernier Congrès que la ville de Berlin fut choisie pour y tenir le V° Congrès.

Le Gouvernement allemand porte un vif intérêt aux travaux du prochain Congrès; c'est ainsi que le chancelier de l'Empire a notifié le Congrès de façon officielle aux gouvernements des pays étrangers.

L'organisation en a été confiée à un Comité choisi parmi les sommités de la science et de l'industrie allemandes et présidé par le professeur Dr Otto Witt.

Le V° Congrès international de Chimie appliquée comprendra onze sections, savoir :

I. — *Chimie analytique. Appareils et instruments* : Dr von Knorre, président.

II. — *Industrie chimique des produits inorganiques* : Dr Heinecke, président.

III. — *Métallurgie et mines. Explosifs* : Dr Webren, président.

IV. — *Industrie chimique des produits organiques.*

V. — *Sucrerie* : professeur Dr A. Herzfeld, président.

VI. — *Fermentation et feculerie* : professeur Dr M. Delbrück, président.

VII. — *Chimie agricole* : professeur Dr P. Wagner, président.

VIII. — *Hygiène. Chimie médicale et pharmaceutique. Denrées alimentaires* : Dr Merck, président.

IX. — *Photo-chimie* : professeur Dr Miethe, président.

X. — *Électrochimie et chimie physique* : Dr Böttinger, président.

XI. — *Questions de droit, d'économie et professionnelles* : Dr von Martins, président.

II° Congrès international d'Automobilisme Paris, 15-20 juin 1903.

Conformément aux vœux exprimés dans la séance générale du I^er^ Congrès tenu à Paris en 1900, le II° Congrès international d'Automobilisme se réunira également cette année à Paris, du 15 au 20 juin, en l'hôtel de l'Automobile-Club de France.

Le bureau de la Commission d'organisation se compose de MM. le Baron de Zuylen, *président;* Marquis de Dion, Henri Menier, Comte G. de Chasseloup-Laubat, Jeantaud, *vice-présidents;* G. Forestier, *secrétaire général;* Bourdil, Drouin, Gaillardet et P. Level, *secrétaires.*

Le Congrès comprendra cinq sections : 1° Moteurs; — 2° Véhicules électriques; — 3° Transmissions; Châssis et leurs organes; — 4° Efforts de traction; Équipement des voitures; — 5° Exploitation et Prix de revient; Questions internationales.

La cotisation des membres adhérents est fixée à 20 francs.

La clôture de ce Congrès coïncidera avec les fêtes données par l'Automobile-Club de France en l'honneur des présidents et délégués des Automobiles-Clubs français et étrangers.

Le Gérant : H. Avoiron.

Imprimerie Chaix, rue Bergère, 20 Paris.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 3. N° 1092. Samedi 16 Mai 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro : 1 franc.**

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Électricité** : Traction électrique dans le tunnel de la Mersey. Chemin de fer de Liverpool à Birkenhead, p. 33; Ch. Dantin. — **Métallurgie** : Recherches sur les aciers au nickel *(suite et fin)*, p. 40; Léon Guillet. — **Chimie industrielle** : Distillerie de mélasses, à Mexico *(planche III)*, p. 42. — **Chemins de fer** : Nouveaux essais, faits en Allemagne, avec les locomotives express des types les plus récents, p. 43. — **Variétés** : Dynamomètre de transmission, p. 44; — Un nouveau produit réfractaire : le siloxicon, p. 44. — *Correspondance* : Le Chemin de fer Métropolitain de Paris, p. 45; Boutillier.

Sociétés savantes et industrielles : Société des Ingénieurs civils (1er mai 1903, p. 46; — Académie des Sciences (4 mai 1903), p. 46.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 46.

Planche III : Distillerie de mélasses, à Mexico.

ÉLECTRICITÉ

TRACTION ÉLECTRIQUE DANS LE TUNNEL DE LA MERSEY

Chemin de fer de Liverpool à Birkenhead.

On vient d'effectuer la substitution de la traction électrique à la traction à vapeur sur le chemin de fer qui relie Liverpool à Birkenhead, villes situées sur les deux rives opposées de la Mersey. Cette transformation a été exécutée par la Société Westinghouse, et le nouveau service vient d'être inauguré le 3 mai.

C'est en 1866 que fut autorisée, par le Parlement, la construction d'un tunnel passant sous la « Mersey River », et reliant Liverpool à la ville de Birkenhead. Les projets primitifs, dus à l'ingénieur Charles Fox et à ses fils, prévoyaient l'emploi de la traction par *air comprimé* dans ce tunnel, mais ces projets ne furent pas réalisés, et, en 1870, un nouveau projet fut élaboré par le successeur de M. Ch. Fox, M. James Brumlees, faisant usage de la traction par vapeur.

Ce projet, dont le *Génie Civil* a signalé en son temps l'exécution (1), ne parut pas d'abord facilement réalisable et fut, au point de vue commercial, assez mal accueilli, jusqu'à ce que des expériences sérieuses et assez coûteuses eussent triomphé des hésitations et du scepticisme des financiers. Ces expériences furent faites avec une réelle autorité, par le major Isaac; elles prouvèrent que le lit de la rivière se prêtait assez bien aux travaux projetés.

Le tunnel d'essai, construit sous la Mersey par le major Isaac, fut entrepris en 1879 et achevé en mai 1881 ; il permit d'obtenir de la confiance du public les capitaux nécessaires à l'exécution du projet définitif.

La Compagnie, une fois constituée, commença en 1881 le tunnel à double voie, qui fut achevé en quatre ans, et le service fut inauguré au commencement de 1886.

A l'exception de quelques améliorations, la ligne et le tunnel sont restés les mêmes. Signalons, toutefois, que les voies ont été entièrement changées, ainsi que nous le verrons plus loin, que la ventilation

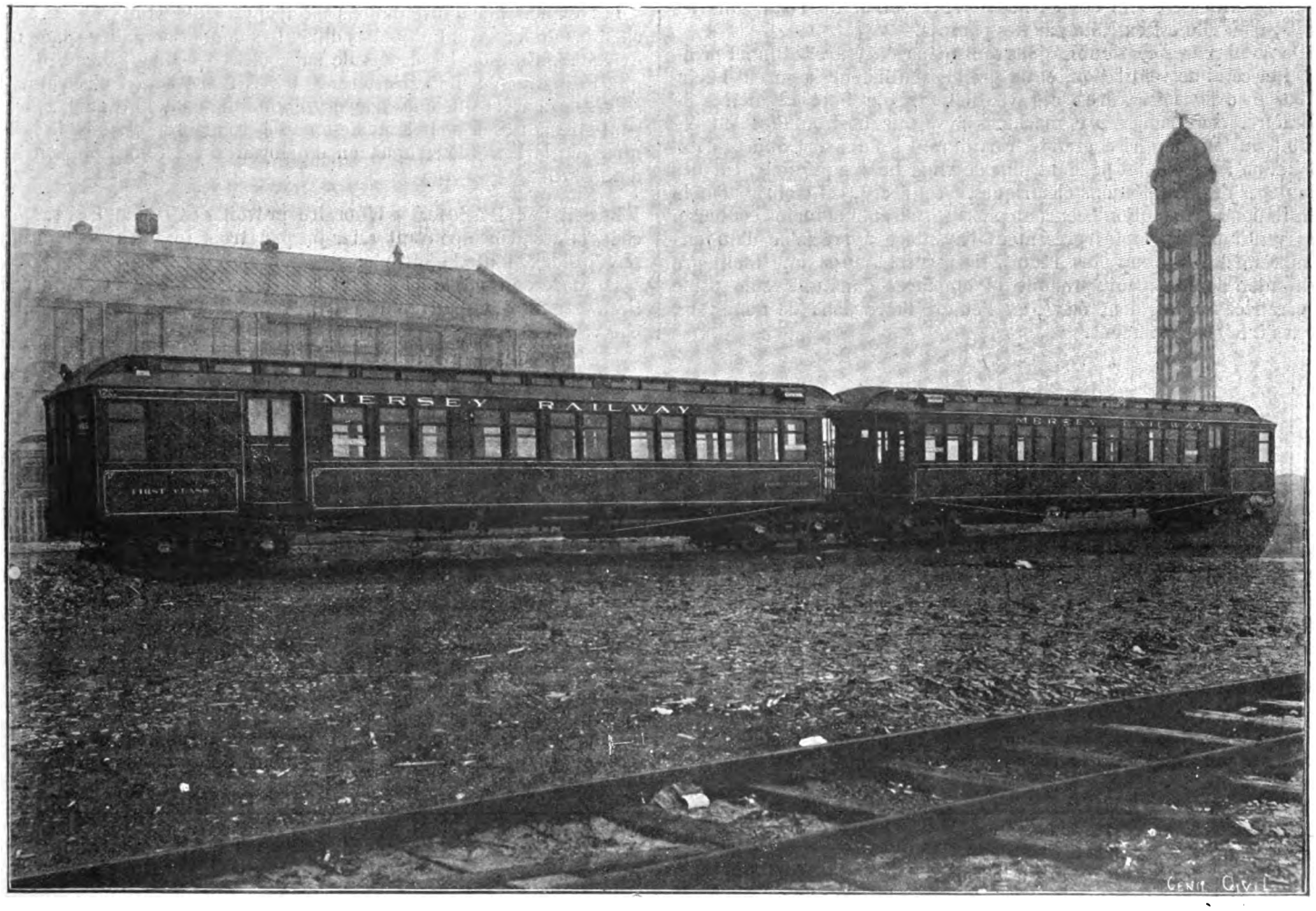


Fig. 1. — Traction électrique sur le chemin de fer de Liverpool a Birkenhead : Vue d'un train.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. IV, n° 13, p. 213.

Digitized by Google

et le drainage ont été améliorés, et que la vitesse et la fréquence des trains bénéficieront largement de l'adoption, aujourd'hui réalisée, de la traction électrique.

On s'est préoccupé surtout, en exécutant ce tunnel, de lui assurer une ventilation et un drainage aussi parfaits que possible ; aussi a-t-on construit, en dehors du tunnel principal affecté aux deux voies électriques, deux tunnels plus petits destinés, respectivement, à la ventilation et au drainage.

Le tunnel principal (fig. 3), a une largeur maximum de 7m 80 et une hauteur de 5m 70 entre la clef de voûte et les rails ; le revêtement est entièrement fait en briques et ciment.

Vers le milieu de leur parcours, les trois tunnels sont au même niveau, mais à mesure qu'on se rapproche des extrémités, le tunnel principal et le tunnel de ventilation s'élèvent, tandis que le tunnel de

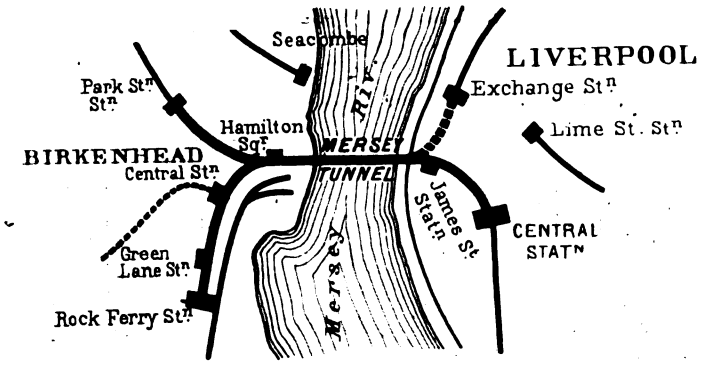


FIG. 2. — Plan de situation du tunnel de la Mersey.

drainage s'abaisse, afin de permettre l'évacuation de l'eau dans les puits, d'où elle est extraite par des pompes.

De nombreuses communications sont ménagées entre le tunnel principal et celui de ventilation, et de grands ventilateurs assurent la circulation d'air nécessaire : ces ventilateurs, de 9 et 12 mètres de diamètre, commandés par machines à vapeur horizontales, ont été maintenus en marche à grands frais durant les dix-sept années d'exploitation à vapeur, et pendant plus de vingt heures par jour. Un des avantages des installations électriques, à cet égard, est d'offrir pour la ventilation une solution beaucoup plus satisfaisante et moins coûteuse. Les ventilateurs adoptés présentent l'avantage appréciable d'un encombrement beaucoup plus réduit. Ils assurent aussi une meilleure utilisation de la vapeur, produite et employée dans une seule usine génératrice à rendement élevé, au lieu de l'être dans de nombreux postes à faible rendement.

nant desservi par des pompes électriques, beaucoup moins encombrantes et d'un fonctionnement moins coûteux.

Les autres stations sont à des profondeurs variables, mais beaucoup moindres. Elles sont dépourvues d'ascenseurs, mais on y accède encore par escaliers et plans inclinés.

Exploitation à vapeur. — L'exploitation des trains à vapeur s'est prolongée dans ces conditions pendant dix-sept ans. On conçoit que, dans un pareil tunnel, malgré les précautions prises pour la ventilation, la traction à vapeur n'ait pas donné complète satisfaction. De plus, les précautions que nous avons signalées n'étaient pas seulement d'une efficacité insuffisante, mais elles augmentaient sensiblement le prix d'exploitation, et c'est pour y remédier qu'on a enfin adopté la traction électrique.

On a modifié la voie et remplacé entièrement les rails de roulement : on leur a adjoint des rails conducteurs de courant convenablement éclissés, et au lieu d'utiliser, comme d'ordinaire, la voie de rou-

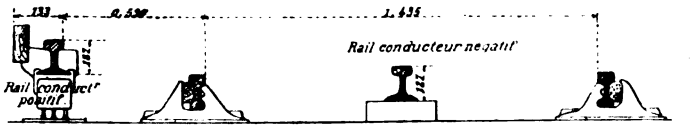


FIG. 4. — Coupe transversale de la voie.

lement pour le retour du courant, on a effectué l'amenée et le retour de ce dernier par deux rails distincts, convenablement isolés.

Un des inconvénients de la vapeur s'est manifesté lors du nettoyage du tunnel : on a retiré, en maints endroits, paraît-il, plus de 5 centimètres de suie et de poussières diverses, adhérant aux murs du tunnel.

Les exploitants d'installations électriques situées au voisinage des chemins de fer savent à quelles difficultés donneraient lieu, dans une exploitation mixte, les dépôts de suie, observés à la Mersey, dépôts qui, bien entendu, ne subsisteront plus avec la traction électrique. Il subsistera encore quelques dangers d'humidité dans le tunnel, et c'est peut-être la raison pour laquelle on a désiré assurer un double isolement de la ligne électrique, en employant deux rails isolés au lieu d'un seul.

Exploitation électrique. — L'horaire prévoit des trains très rapprochés, la fréquence pouvant aller jusqu'à trois minutes pour chaque sens pendant toute la journée.

Le mode de traction adopté est le système ordinaire à courant continu, à tension un peu plus élevée cependant qu'à l'ordinaire, soit 650 volts environ aux moteurs.

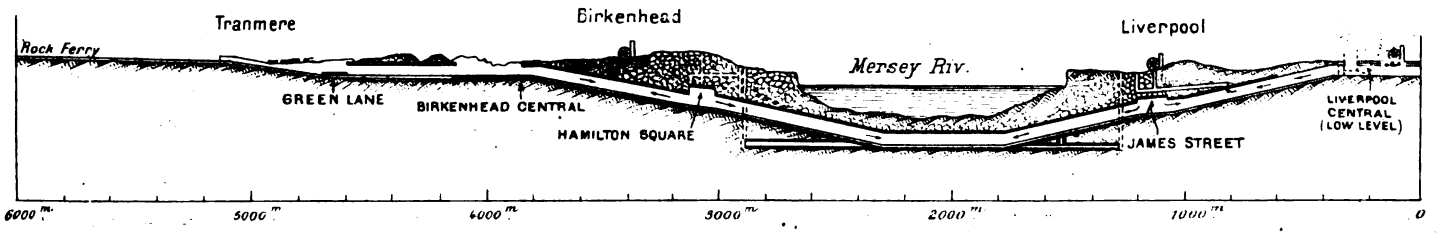


FIG. 3. — Profil en long du chemin de fer de Liverpool à Birkenhead.

Le tunnel de ventilation est celui même qu'avait fait construire, pour ses expériences, le major Isaac.

Le drainage est assuré par deux stations de pompes : une sur chaque rive de la Mersey. Les pompes ont été, jusqu'à ce jour, commandées par des machines à balancier à grande puissance et faible vitesse.

Grâce à son revêtement de briques et ciment, le tunnel principal présente une assez grande étanchéité, mais les autres tunnels, qui sont sans revêtement, absorbent beaucoup d'eau, et les installations de pompes ont été prévues pour une capacité de 95 000 litres d'eau par minute, alors que la moyenne ne dépasse pas 30 000 litres.

La ligne comporte sept stations. Deux d'entre elles, Hamilton Square et James Street, sont situées, à une profondeur de 30 mètres environ au-dessous du niveau des rues, de chaque côté de la rivière.

Elles sont simplement constituées par un élargissement du tunnel, leur largeur étant de 15 mètres, leur longueur de 120 mètres, et la hauteur entre le niveau des rails et la clé de voûte atteignant 9 mètres. On y accède de trois manières différentes : 1° par des escaliers ; 2° par des plans inclinés ; 3° par des ascenseurs hydrauliques, au nombre de trois par station.

La plate-forme de chaque ascenseur a 5m 85 × 5 mètres et peut donner place à 150 voyageurs. L'eau nécessaire à leur fonctionnement est empruntée à un réservoir placé à 75 mètres de hauteur, et ce réservoir, alimenté autrefois par des pompes à vapeur Duplex, est mainte-

Les installations électriques comportent donc la production de courant continu à 650 volts et son utilisation dans des moteurs de traction analogues aux moteurs courants.

La commande des équipements présente, toutefois, une grande originalité, la traction des trains n'étant pas faite par locomotives, mais par voitures automotrices associées, au nombre de deux ou plus par train, ainsi que nous le verrons plus loin.

Le faible développement du réseau permet la production directe du courant continu dans une seule usine génératrice située à Shore Road, près de Hamilton Square Railway Station, à Birkenhead.

USINE GÉNÉRATRICE. — Entièrement construite en acier, avec remplissage en briques, l'usine a une longueur de 43m 60 et une largeur de 40m 50, et des bâtiments lui sont adjoints pour une batterie d'accumulateurs et un poste de ventilation. A proximité aussi se trouve situé le bâtiment des pompes épuisant les eaux recueillies par le tunnel de drainage.

Les bâtiments de l'usine sont divisés en deux parties à peu près égales, mais au lieu d'une division dans la longueur à la manière ordinaire, c'est dans la largeur que se fait la séparation, ce qui paraît bien compliquer un peu les tuyauteries.

Sur la longueur totale de l'usine, 23m 70 environ sont consacrés aux chaudières, et le reste aux machines.

Chaufferie. — La chaufferie comporte neuf chaudières tubulaires

Digitized by Google

Stirling, d'une surface de chauffe de 145m² 5 par unité, timbrées à 12 kilogr. et munies de chargeurs automatiques Roney, commandés par machines à vapeur Westinghouse, type Standard.

L'eau d'alimentation des chaudières traverse des économiseurs du type Clay Cross, dont le décrassage est assuré par des moteurs Westinghouse à courant continu de 5 chevaux : l'eau d'alimentation est ainsi envoyée aux chaudières à la température de 100 degrés environ.

Le charbon est transporté des quais à l'usine par le chemin de fer des docks, et il est reçu dans un concasseur commandé par un moteur Westinghouse de 7,5 chevaux. Un moteur de 15 chevaux le monte ensuite à l'étage supérieur du bâtiment des chaudières (le bâtiment des chaudières et celui de l'usine comportant deux étages), et le charbon est distribué à cinq trémies de 600 tonnes alimentant graduellement les foyers.

A leur retour, les monte-charges rapportent les mâchefers des cendriers. Leur manœuvre se fait d'une plate-forme placée au-dessus des pompes et des condenseurs, dans le bâtiment des chaudières.

La salle des machines comporte trois groupes électrogènes, à commande directe, tournant à 94 tours par minute.

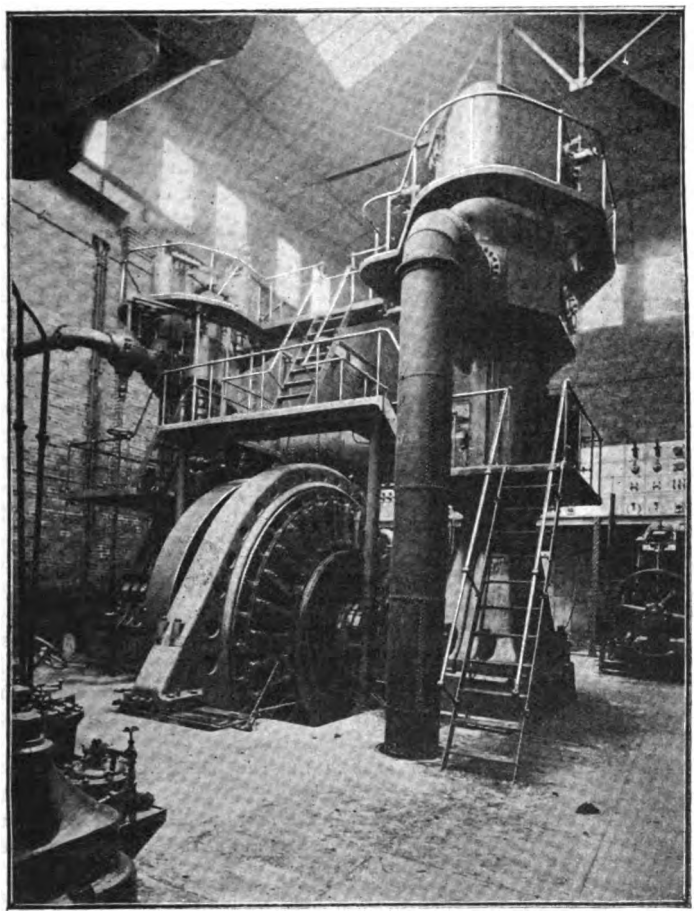


Fig. 5. — Groupe électrogène de l'usine de Shore Road.

Machines à vapeur. — Les machines à vapeur sont verticales, du type Westinghouse compound à deux cylindres, et les dynamos qu'elles commandent, étudiées pour produire du courant continu ou du courant alternatif à volonté, sont montées sur l'arbre, ainsi que le volant, entre les cylindres de la machine à vapeur.

Les cylindres ont un diamètre de 0m 75 et de 1m 50 et la course des pistons est de 1m 20.

La distribution est à soupape sur les cylindres à haute pression, elle est du type Corliss sur les cylindres à basse pression; des receivers réchauffeurs sont également employés.

Les machines ont à pleine charge une puissance normale de 1 650 chevaux sous pression de vapeur de 12 kilogr. par centimètre carré et la vitesse est de 94 tours par minute, avec un vide au condenseur de 63 centimètres. Elles peuvent être surchargées de 60 °/₀ dans ces conditions et, en cas d'échappement libre à l'atmosphère, elles peuvent encore supporter une surcharge de 40 °/₀.

Leur encombrement est à peu près le suivant : 9 mètres de hauteur et 100 mètres carrés de surface à la base.

Dynamos. — Les dynamos sont des machines mixtes, munies, ainsi que le montre la figure 5, de collecteurs et balais à courant continu, et d'anneaux collecteurs à courant alternatif triphasé. Dans leur fonctionnement à courant triphasé, la fréquence serait de 25 périodes par seconde et la tension aux bornes de 400 volts, mais on les utilise toujours pour produire du courant continu à 650 volts, et leur puissance est de 1 250 kilowatts par machine.

Ainsi qu'on le voit, les machines mixtes ne sont pas employées comme telles, mais leur choix provient du fait qu'on peut avoir à fournir éventuellement l'énergie nécessaire à des installations du même genre, ce qui n'a pas encore eu lieu.

Groupes électrogènes auxiliaires. — Deux groupes plus petits, d'une puissance par unité de 200 kilowatts, ont été installés pour l'éclairage de l'usine et pour les services auxiliaires : ce sont des groupes à commande directe, tournant à 250 tours par minute, le moteur étant du

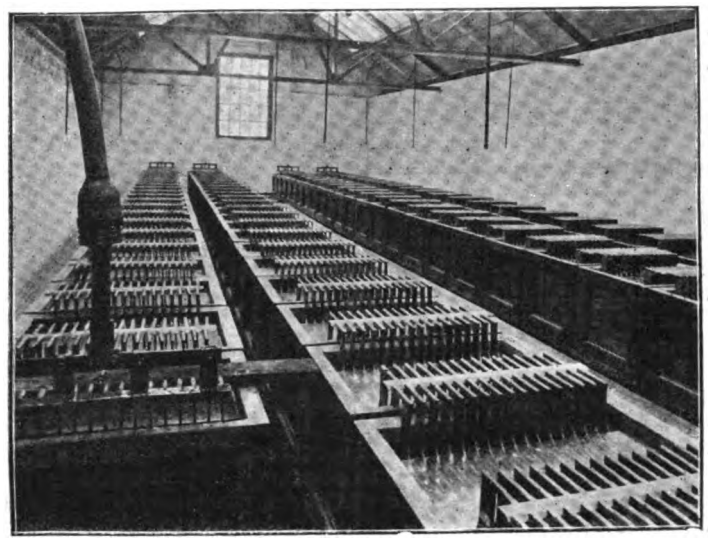


Fig. 6. — Batterie d'accumulateurs de Shore Road.

type Westinghouse vertical compound, à deux cylindres de 40 centimètres et de 69 centimètres.

L'échappement de toutes les machines sans exception est fait dans le condenseur général placé sous la salle des machines.

Enfin, le service de l'usine exige la marche en parallèle avec les machines d'une batterie d'accumulateurs de 320 éléments (fig. 6), et, pour en assurer la charge, l'usine comporte encore un survolteur commandé par moteur électrique.

Les dynamos sont de construction multipolaire analogue aux machines principales, à l'exception des balais collecteurs de courant alternatif et des dimensions.

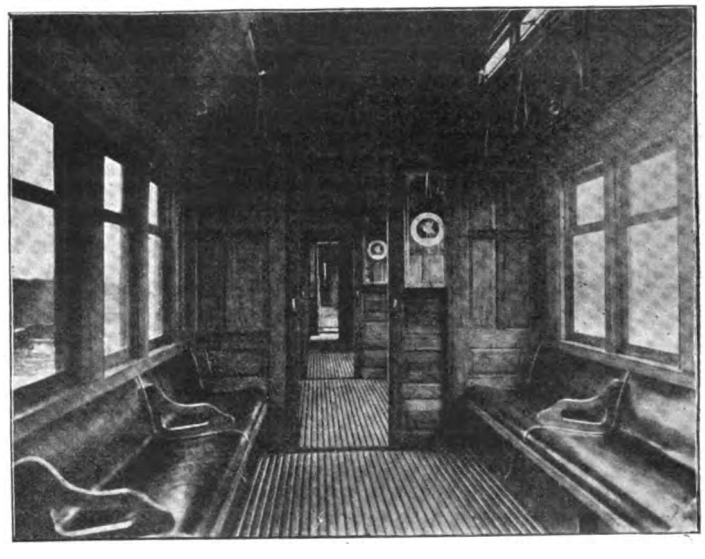


Fig. 7. — Intérieur d'une voiture.

Tableau de distribution. — A l'extrémité de la salle des machines est monté le tableau de distribution, composé de dix-neuf panneaux en marbre blanc, portés par une galerie surélevée de 3m 60 et d'une largeur de 5m 40; ce tableau dessert les dynamos principales et les feeders de traction, ainsi que les dynamos auxiliaires, mais il ne commande pas les lignes d'éclairage et de force de l'usine et des services auxiliaires; ces services sont assurés par des panneaux placés dans les bâtiments desservis.

Les feeders de traction sont au nombre de dix-neuf, groupés au nombre d'un ou deux.

Ils quittent le tableau de distribution à la base et à l'arrière de

Digitized by Google

celui-ci pour gagner l'ancien tunnel de ventilation, par l'intermédiaire duquel ils pénètrent dans le tunnel principal.

Ils sont fixés aux murs au moyen de ferrures ordinaires et d'isolateurs de porcelaine.

Distribution électrique. — Ces feeders sont répartis en deux groupes de polarités contraires, positifs et négatifs.

La *distribution de courant aux voitures* n'est pas faite à la manière ordinaire, par un seul troisième rail positif, et la voie de retour comme négatif, mais bien par deux rails distincts : l'un servant à l'amenée, l'autre au retour du courant, et à ces deux rails aboutissent respectivement les deux groupes de feeders mentionnés ci-dessus.

On se rendra suffisamment compte du montage de la voie de roulement et de la voie électrique en se reportant à la figure 4 qui en représente la section.

La *voie de roulement* est au gabarit de $1^m 44$, en rails à double champignon dissymétrique, d'un emploi très courant en Angleterre. Ces rails pèsent 39 kilogr. le mètre courant, et sont employés par longueurs de 9 mètres.

Par l'intermédiaire de coussinets et de cales en bois, ces rails reposent sur des traverses distantes de 60 centimètres d'axe en axe.

Le ballast est formé d'une couche de 10 centimètres de pierres concassées, pierres de grès provenant des déblais du tunnel et de 15 centimètres de mâchefers.

La *voie électrique* est composée :

Pour les trois quarts, de rails pesant 45 kilogr. le mètre courant;

Pour l'autre quart, de rails de 27 kilogr., employés en longueurs de 18 mètres; ils sont supportés comme le représente la figure 4, mode de support qui permet, ainsi que nous allons le voir, le glissement des rails en prévision de la contraction.

En prévision de la dilatation, on a ménagé, de huit en huit joints, dans le tunnel, et de quatre en quatre, hors du tunnel, un joint de dilatation.

La fixation des rails de courant est faite peu différemment pour le positif et pour le négatif. Le rail positif est dans l'entrevoie et sa surface de roulement est à niveau sensiblement plus élevé que les rails de la voie. Le rail négatif est entre les rails de la voie, qu'il dépasse de très peu en hauteur.

Les isolateurs sont des blocs creux de porcelaine vitrifiée, sur lesquels repose le patin plat du rail, par l'intermédiaire d'un chapeau de fonte dont les deux projections latérales encaissent et maintiennent le rail sans l'empêcher de se déplacer longitudinalement; à la base de chaque isolateur est une pièce de fonte scellée à l'intérieur de l'isolateur, et dont le pied présentant un élargissement est fixé aux traverses par trois tire-fonds. La base de fonte est fixée à l'isolateur creux de porcelaine, qu'elle supporte par l'intermédiaire d'une tige intérieure et au moyen d'un ciment de soufre.

Les rails de courant sont supportés, tous les $1^m 80$ environ, par les traverses mêmes de la voie, prolongées de trois en trois dans ce but.

Ce que nous avons dit s'applique aussi bien au rail positif qu'au rail négatif, sauf que l'isolateur est, du côté positif, constitué par une masse cubique de 15 centimètres de côté, tandis qu'au côté négatif la base seule est de $0^m 15 \times 0^m 15$, et la hauteur de 76 millimètres seulement.

Le rail positif est protégé par des protections en bois.

La continuité électrique des rails positif et négatif est assurée par des joints flexibles du type de Forest : ce sont des joints d'une seule pièce avec centre flexible, dont les extrémités se fixent d'une part au patin, d'autre part à l'âme du rail, par goujons ordinaires, comme les joints Chicago et Crown.

Les joints fixés dans le patin sont seuls recouverts par les éclisses mécaniques. Chaque joint complet comporte deux connexions dans l'âme et deux dans le patin, toutes les connexions ayant une section uniforme d'environ 200 millimètres carrés.

Les trains comportent d'ordinaire deux voitures motrices encadrant deux ou trois remorques. L'attelage comporte une barre d'attelage centrale et un tampon central, tous deux visibles dans les figures 8 et 9. Le simple rapprochement suffit à effectuer automatiquement le couplage. Le découplage se fait, de la cabine du mécanicien, à l'aide d'un levier entraînant une chaîne.

Le mécanicien a encore à sa disposition un sifflet d'alarme à air comprimé et une commande de sablières à l'air comprimé; l'air comprimé est, pour l'un et l'autre appareil, emprunté au réservoir d'air des freins.

Matériel roulant. — Le matériel roulant comporte 24 voitures motrices et 33 remorques.

De ces dernières :

11 sont aménagées pour voyageurs de première classe, et comportent 60 sièges;

17 pour voyageurs de troisième classe et comportent 64 sièges;

5 offrent 22 places de première classe et 40 de troisième.

La seconde classe a été supprimée, ainsi qu'on le voit.

Des 24 voitures motrices de la Mersey, il y en a 12 qui sont de première classe et 12 de troisième classe.

Les voitures motrices de première classe peuvent contenir 48 voyageurs et les voitures de troisième classe 50. Elles sont divisées en 5 compartiments.

Le premier, d'une longueur de 1 mètre à $1^m 20$, est réservé au mécanicien;

Le second, réservé aux bagages, a une longueur de $2^m 40$, et il est accessible, soit par chaque côté de l'extérieur, soit par le corridor intérieur;

Le troisième et le quatrième ont chacun une longueur de $3^m 60$;

Le cinquième a une longueur de $6^m 60$.

Les voyageurs y sont admis seulement par le couloir et la porte arrière, c'est-à-dire par le côté opposé au mécanicien. Sur les voitures d'attelage, les voyageurs sont admis par des portes aux deux bouts.

Les accès sont protégés par des portes à claire-voie qu'un conducteur ferme avant chaque départ du train. Des portes à coulisse peuvent également séparer les compartiments (fig. 7).

Toutes les voitures ont une longueur uniforme de 18 mètres et toutes sont à vestibule et à intercommunication. De chaque côté du couloir central sont disposées les banquettes longitudinales, ainsi que le représente la figure 7. Les sièges des premières sont en jonc des Indes et les sièges de troisième en bois courbé.

Les trucks sont du système Baldwin. Ceux des voitures motrices portent deux moteurs Westinghouse de 100 chevaux sous 600 volts, et les quatre essieux de chaque voiture motrice sont munis d'un moteur, ce qui porte la puissance de la voiture à 400 chevaux. La commande est faite par l'intermédiaire d'engrenages, d'un rapport de réduction de 56 à 20.

Le courant est recueilli, sur les deux rails que nous avons décrits, par des frotteurs en fer doux dont les figures 4 et 8 montrent la forme et le mode de montage : on voit qu'il n'y entre aucun ressort et que c'est par simple gravité qu'est assuré leur bon fonctionnement, conformément à la pratique courante aux États-Unis.

Quant à leur suspension, elle est faite par simples traverses en bois, supportées à chaque bout de la voiture à l'extrémité du truck.

Nous arrivons maintenant à ce qui fait l'intérêt principal et l'originalité du matériel roulant de la Mersey, c'est-à-dire au mode de commande collectif des automotrices, au nombre de deux ou plus par train. Le *Génie Civil* a déjà décrit les systèmes analogues Thomson-Houston (1) et Sprague (2), employés, ainsi qu'on le sait, aux Chemins de fer de l'Ouest et dans nombre d'installations américaines. Le système Westinghouse, qui vient d'être adopté à la Mersey, après avoir été quelque temps en fonctionnement à Brooklyn, se distingue des précédents par l'emploi de l'air comprimé; mais, à l'inverse du système Auvert, employé sur le chemin de fer du Fayet à Chamonix (3), qui fait usage exclusivement de l'air comprimé pour la commande des servo-moteurs, le système Westinghouse est électro-pneumatique, c'est-à-dire qu'il fait usage de l'air comprimé et du courant électrique, chacun de ces deux agents ayant sa fonction bien déterminée : l'air comprimé pour l'exécution des manœuvres d'appareils, le courant électrique pour la commande des organes délicats de distribution d'air comprimé.

Les organes électriques réglant la marche de chaque équipement sont analogues à ceux des équipements ordinaires, c'est-à-dire comportent en principe, comme appareil de marche proprement dit, un combinateur effectuant le couplage des moteurs entre eux et avec leurs résistances de réglage.

C'est ici un contrôleur série-parallèle, commandant des groupes inséparables de deux moteurs, et les mettant successivement en série et en parallèle avec des résistances de réglage, que le jeu de l'appareil ramène progressivement au zéro. Un cylindre inverseur porte les contacts voulus pour insérer dans un sens ou dans l'autre les induits des moteurs, et provoquer ainsi le déplacement de l'équipement dans un sens ou dans l'autre.

En dehors des appareils de marche proprement dits, les appareils essentiels de protection comportent aussi l'emploi de l'air comprimé : le disjoncteur, muni d'une bobine de déclenchement électrique automatique, doit en effet pouvoir être refermé à distance pour éviter des pertes de temps; cette fermeture se fait au moyen de l'air comprimé, elle est assurée en même temps que les manœuvres des autres appareils par l'appareil de mise en marche du mécanicien.

Chaque poste de commande des voitures motrices est muni d'un appareil de marche ou manipulateur très simple, permettant au mécanicien de mettre en jeu les principaux appareils que nous venons d'énumérer, et le fonctionnement même de ceux-ci entraîne certaines *manœuvres automatiques* et certains *enclenchements de sécurité* que nous devrons signaler en étudiant d'un peu plus près les appareils. Tous ceux qui sont représentés schématiquement (fig. 10) constituent les appareils essentiels à l'équipement d'une voiture automotrice avec deux postes de commande.

A est l'appareil de manœuvre du mécanicien. La voiture représentée (fig. 10), comportant un poste à chaque extrémité, est munie de deux

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 4, p. 59.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 26, p. 419.
(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 9, p. 133.

Digitized by Google

appareils, dont celui de tête doit être seul en fonctionnement à un moment donné ; il envoie aux électros de commande des servo-moteurs des différentes voitures le courant qui doit mettre en action leurs servo-moteurs de commande à air comprimé.

Les conducteurs marqués B, 1, 2, 5, 6, S et P relient le manipulateur A aux divers appareils électriques de commande des différentes voitures. Pour passer de l'une à l'autre et permettre la commande à distance, on se sert de coupleurs représentés en C à chaque extrémité de la voiture motrice.

La *ligne de train*, qui part de ces coupleurs et dont la continuité est ainsi assurée dans toutes les voitures du train, traverse sans interruption ni dérivation les voitures de remorque et aboutit dans les voitures motrices aux circuits locaux B, 1, 2, 5, 6, S, P, analogues aux circuits locaux du schéma (fig. 10).

Chaque voiture motrice, munie de postes de commande, doit comporter, en outre des manipulateurs et appareils de marche, deux batteries D_1 et D_2 destinées à alimenter tous les appareils électriques de commande du train. Quand c'est d'un de ces postes que le mécanicien commande la marche du train, les autres batteries sont maintenues hors circuit ou en charge, et la batterie de la voiture motrice de tête alimente tous les appareils.

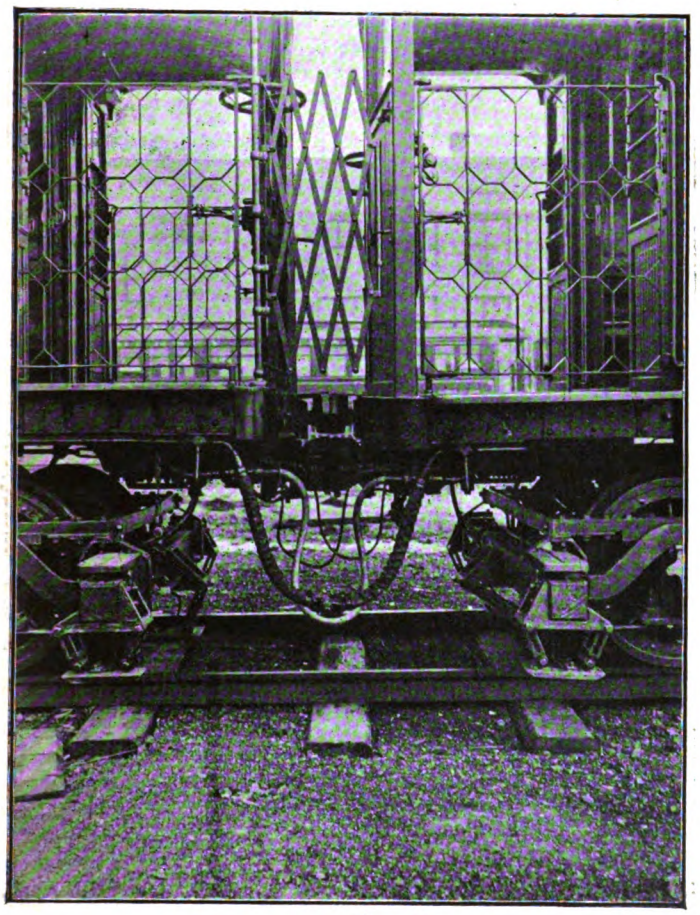


FIG. 8. — Attelage de deux voitures.

C'est là un des caractères propres du système Westinghouse, d'emprunter le courant de commande non pas au circuit de traction lui-même, comme les systèmes Sprague et Thomson-Houston, mais à un circuit auxiliaire complétement indépendant du circuit de traction, méthode en faveur de laquelle les inventeurs revendiquent l'avantage de soustraire la commande des appareils aux dérangements ou accidents pouvant affecter le voltage du réseau de traction en même temps que d'éviter au personnel les commotions que pourrait produire le contact accidentel de cette tension élevée.

Le fonctionnement même des appareils principaux peut maintenant s'étudier de plus près, à l'aide du schéma (fig. 10), en ne s'occupant plus que de la seule voiture représentée sur ce dessin et en tenant compte du fait que *tout ce qui s'y passe sera répété automatiquement sur les autres voitures motrices*, au moyen des mêmes courants de batterie, transmis, par la ligne à 7 fils : B, 1, 2, 5, 6, S, P, dont il a été parlé plus haut, et par ses coupleurs.

Fonctionnement du contrôleur. — Le régulateur de marche ou contrôleur série-parallèle étant analogue à celui des voitures motrices ordinaires, à quatre moteurs groupés par deux et reliés successivement en parallèle et en série, nous n'insisterons pas sur sa construction au point de vue électrique, et nous étudierons seulement la manière dont il est commandé.

La figure 11 représente l'ensemble de cet appareil, composé :

D'un cylindre série-parallèle ordinaire, convenablement cloisonné et soufflé magnétiquement ;

Des frotteurs fixes disposés en regard des segments de ce cylindre et pouvant entrer en contact avec eux par le jeu de l'appareil ;

D'un cylindre inverseur qui, plus simple encore que le cylindre principal, porte simplement les segments destinés à inverser les induits des moteurs pour changer la marche ;

Enfin, des appareils de commande des deux cylindres et de leurs accessoires, réunis dans la partie supérieure du contrôleur, au sommet duquel ils sont fixés par un certain nombre de boulons.

Signalons, en passant, que les organes autres que ceux de commande sont identiques à ceux des appareils Westinghouse similaires commandés à la main, et examinons maintenant leur mode de commande électro-pneumatique.

A. — Pour le cylindre inverseur par lequel nous commencerons, puisque la commande en est plus simple, et dont l'extrémité de l'arbre aboutit en *a* sur la figure schématique 10, on doit pouvoir lui donner deux positions correspondant aux deux sens de marche : on le fait au

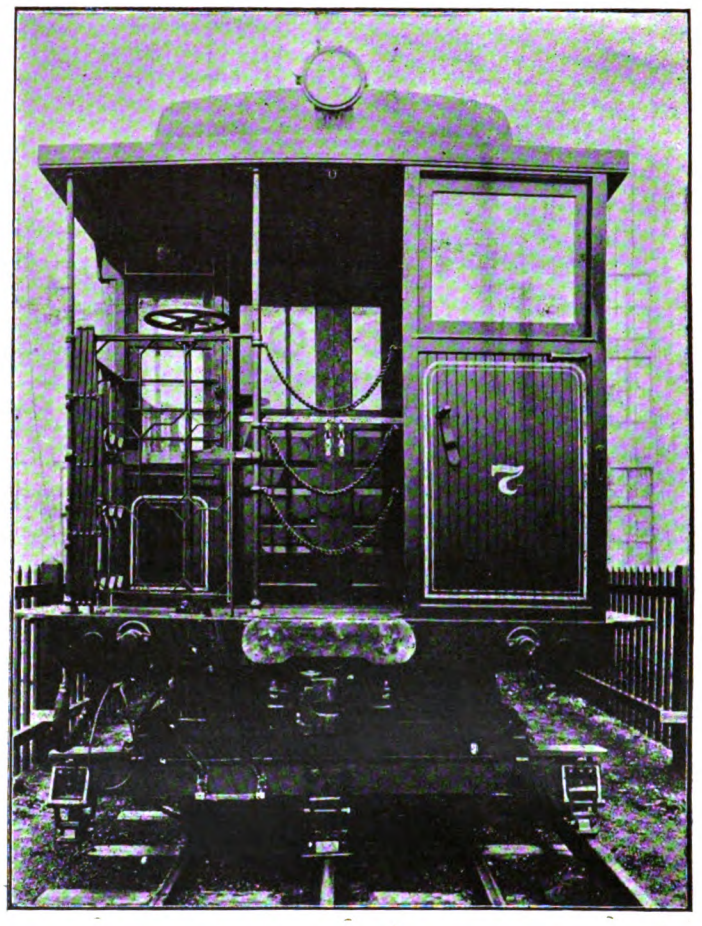


FIG. 9. — Vue en bout d'une voiture.

moyen de deux cylindres à air comprimé F_1 F_2, commandés au moyen d'électro-aimants f_1 f_2.

Ces deux électros ont un pôle commun relié au pôle négatif B de la batterie, par l'intermédiaire du contact G.

Ce contact permet de prévenir le déplacement intempestif de l'inverseur, qui pourrait se produire par suite d'admission d'air dans l'un des cylindres pendant la marche, et qui pourrait offrir des dangers si le cylindre principal du contrôleur n'était pas au zéro : or, les contacts fixes G sont, pour cette position du contrôleur principal, reliés par un contact mobile terminant la crémaillère H.

Pour toute autre position que le zéro, la crémaillère cesse d'être à l'extrémité de sa course vers la droite et la communication en G est interrompue, de sorte qu'aucun courant ne peut agir. De plus, on pourrait craindre que, par suite de pression ou d'admission d'air dans les cylindres F, ce déplacement de l'inverseur ne vienne à se produire sans le secours des électro-aimants et à un moment quelconque ; pour l'éviter, on a établi entre les cylindres la communication représentée par le tube T à gauche des deux cylindres.

B. — La commande du *cylindre principal de marche* est plus compliquée, puisqu'au lieu d'avoir deux positions, elle en a une série correspondant aux différents crans de résistance, employés d'abord avec le couplage série des moteurs, ensuite avec leur couplage en parallèle : si l'on devait commander cran par cran le contrôleur, il en résulterait l'emploi d'autant de fils et d'autant d'électro-aimants correspondants qu'il y a de positions distinctes.

Digitized by Google

La Compagnie Westinghouse a ingénieusement évité ces complications, sans cependant s'astreindre à la marche automatique absolue, car son système, en apparence et en principe automatique, est, ainsi que nous allons le voir, modérable à volonté : c'est une de ses originalités et un des grands points d'intérêt qu'il présente :

Il est constitué en principe :

1° D'un cylindre d'avancement F_3 provoquant, à chaque course complète dans un sens, l'avancement par cliquets d'un cylindre principal ;

2° D'un cylindre de rappel F_5, pouvant provoquer le retour du tambour principal au zéro, par l'effet d'une seule course de droite à gauche, au moyen de la crémaillère H et d'un pignon.

Le cylindre principal, représenté en *c* dans la figure 10 par l'extrémité de son arbre, porte donc un pignon de commande pour la crémaillère de rappel et une roue dentée munie du nombre de crans nécessaire pour l'avancement.

Le cylindre d'avancement est muni lui-même de deux cliquets γγ, qui permettent de réaliser, pour la course du piston toujours la même, un avancement inégal suivant les positions du cylindre principal.

Le piston d'avancement est maintenu à fond de cylindre à gauche, par un ressort nettement visible sur la figure ; mais, entre ce piston et le fond de cylindre, peut s'établir la pression d'air comprimé nécessaire pour vaincre l'effort du ressort et effectuer le déplacement complet de gauche à droite du piston : il en résulte l'avancement d'un cran du contrôleur, et on voit que celui-ci se produit à la volonté du mécanicien quand il envoie le courant dans l'électro f_3, qui commande cette admission d'air comprimé au cylindre.

S'il en résulte une trop grande intensité de courant dans les moteurs, il ne dépendra pas du mécanicien de la maintenir, et l'appareil automatique E jouera le rôle de limiteur de courant, ainsi qu'il est facile de le comprendre.

L'automaticité du système se comprend également très bien, si l'on observe qu'après une course complète du piston de gauche à droite et l'avancement d'un cran, qui résulte de l'envoi du courant dans l'électro f_3, le circuit même de cet électro est coupé en Z.

La figure schématique 10 donne une idée insuffisante de l'importance de cet interrupteur Z, car la marche automatique de l'appareil en dépend, et cet organe très simple JJ'Z, la réalise à lui seul, puisqu'il permet, avec un réglage suffisant, de faire après chaque avancement du cylindre un retour en arrière. C'est, en quelque sorte, l'appareil répétiteur automatique du système.

Il est composé d'une monture portée par la tête du piston, monture dans laquelle s'engage une tige portant deux butées ou collerettes JJ' et un contact Z, pouvant faire pont entre deux contacts fixes insérés dans le circuit de retour de l'électro f_3. A la suite d'un déplacement complet de gauche à droite, la glissière portée par la tête du piston d'avancement fait butée contre la collerette et établit la rupture.

La soupape électrique f_3 met à l'atmosphère l'intérieur du cylindre d'avancement, de sorte que le ressort ramène le piston de droite à gauche jusqu'à fond de course, mais la tête du piston entraînant la glissière en sens inverse de son premier mouvement, cette glissière abandonne la collerette J et vient buter avant fond de course la collerette J', amenant ainsi le contact Z à refermer le circuit de l'électro f_3.

De nouveau, la soupape électrique fonctionnant admet l'air comprimé dans le cylindre et provoque l'avancement d'un nouveau cran, et l'avancement se répétera ainsi, sans arrêt prolongé sur les crans de résistance, à moins que le mécanicien ne le veuille, auquel cas il lui suffira de maintenir l'électro f_3 sous courant, ou autrement dit de mettre en court-circuit le contact Z.

Ce court-circuit se fera d'ailleurs automatiquement, aux positions normales de marche en série et en parallèle sans résistance, par le jeu même des contacts X Y W et des contacts mobiles entraînés en face de ceux-ci par le régulateur (contacts représentés à part en X Y W, figure 10).

Il est facile de se rendre compte qu'ils provoquent l'arrêt de l'appa-

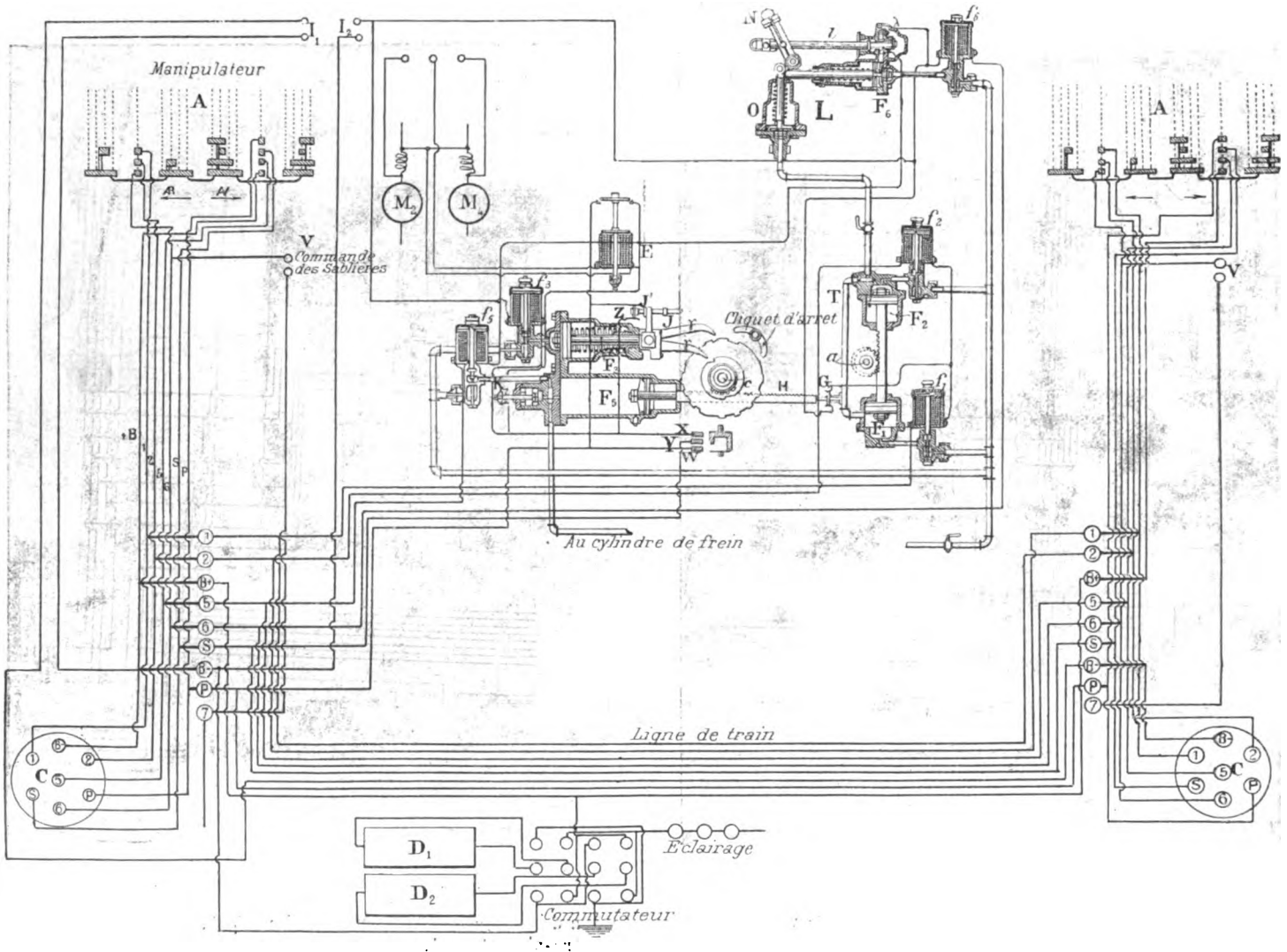


FIG. 10. — Équipement électro-pneumatique Westinghouse d'une voiture motrice.

LÉGENDE. — A, manipulateur ou appareil de manœuvre du mécanicien ; — C, coupleurs de train ; — D_1, D_2, batteries d'accumulateurs alimentant les électros ; — f_1, f_2, f_3, f_5, f_6, électros d'inversion, d'avancement et de retour au zéro du contrôleur, et de commande à distance du disjoncteur ; — F_1, F_2, F_3, F_5, F_6, cylindres à air comprimé correspondants ; — M_2, M_4, moteurs ; — E, limiteur d'intensité ; — I_1, I_2, interrupteurs de sectionnement ; — *c*, arbre du contrôleur principal ; — *a*, arbre de l'inverseur ; — T, conduite auxiliaire d'enclenchement ; — K et G, contacts auxiliaires d'enclenchement ; — X, Y, W, contacts auxiliaires d'arrêt en série et en parallèle ; — ZJJ', répétiteur automatique ; — L, disjoncteur automatique.

Digitized by Google

reil à la position série sans résistance, par le jeu des contacts XY, et son arrêt à la position parallèle sans résistance par le jeu des contacts XW.

De même que la soupape d'avancement f_3, la soupape de rappel au zéro f_5 est commandée électriquement : l'appareil étant au zéro, comme le représente la figure 10, l'air atmosphérique est admis sur la face gauche du piston qui, obéissant à l'avancement général du système, s'était déplacé de droite à gauche pendant l'entraînement par le piston du cylindre principal de la crémaillère H.

On conçoit qu'il suffit d'admettre l'air comprimé dans le cylindre par l'une des tubulures représentées à gauche, pour ramener l'appareil au zéro.

L'une de ces tubulures communique avec la soupape de rappel au zéro f_5, commandée par l'électricien, de même que la soupape f_3. La tubulure inférieure est en communication avec le cylindre de frein, de sorte que, si le mécanicien oubliait de ramener au zéro la manette de commande de ce manipulateur avant l'application des freins, le jeu même du cylindre de frein effectuerait le retour automatique au zéro du contrôleur.

C'est là une précaution qui peut protéger l'équipement contre les conséquences possibles d'une fausse manœuvre, et permettre au mécanicien d'agir plus rapidement, n'ayant à faire, en cas de nécessité urgente, que la seule manœuvre des freins au lieu de deux manœuvres.

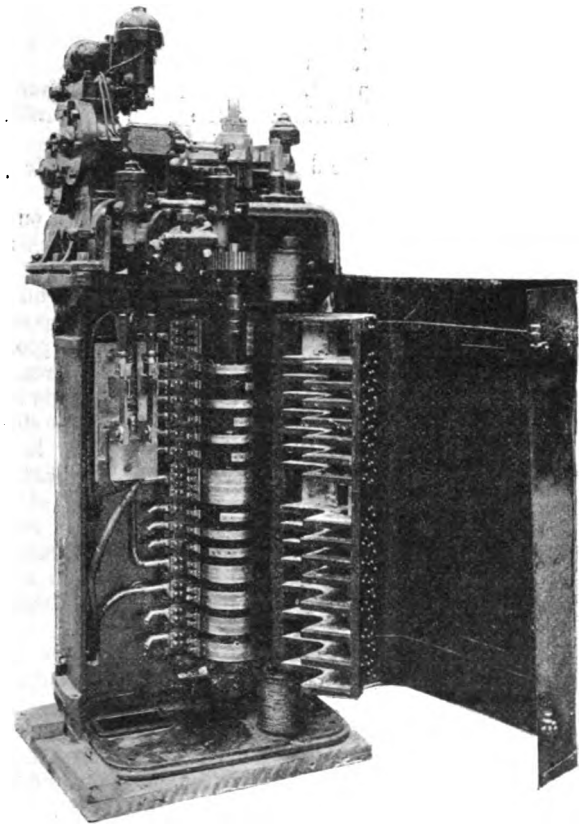


Fig. 11. — Contrôleur électro-pneumatique Westinghouse.

On voit aussi qu'un autre dispositif de sécurité empêche la manœuvre opposée et simultanée de F_3 et F_5.

A la culasse du cylindre F_5 est attenant un petit cylindre opposé portant un piston pour la commande d'un contact auxiliaire K; ce contact auxiliaire interrompt le circuit de l'électro f_3, il enclenche donc le jeu du cylindre d'avancement et du cylindre de rappel, comme le contact G enclenche les cylindres de marche avant et de marche arrière F_1 F_2, ainsi que nous l'avons vu plus haut.

C. — Il nous reste à indiquer les fonctions du troisième de ces appareils et de tous ses accessoires, à savoir :

Le *disjoncteur automatique*, sa commande et sa disjonction.

On sait qu'il est destiné à agir en cas de court-circuit ou de surcharge, et que c'est l'action même du courant dans une bobine électrique qui en provoque le déclenchement : cette bobine, et l'ensemble même de l'appareil proprement dit, sont exclus de la figure schématique 10, parce qu'ils sont indépendants du système lui-même et constituent un organe séparé, d'emploi d'ailleurs très fréquent dans les installations électriques.

Seuls les autres organes de l'appareil sont représentés en L; la poignée N de l'appareil est articulée au cylindre horizontal F_6, qui réalise la fermeture du disjoncteur par l'air comprimé, ou elle peut être maintenue ouverte par l'action du cylindre vertical O qui s'oppose à la fermeture du disjoncteur en cas de danger.

On voit facilement que ces deux cylindres comportent deux tubulures, l'une commandée par l'électro f_6 et qui permet d'armer le disjoncteur à distance, l'autre en communication avec l'inverseur, et qui s'oppose à sa fermeture aussi longtemps que l'inverseur n'est pas en position.

Le cylindre vertical enclenche la manette du disjoncteur pour toutes positions de l'inverseur où le disjoncteur doit rester ouvert, de sorte qu'il est impossible de le fermer à distance inopportunément.

Enfin, le levier de commande du disjoncteur entraîne par une tige *l* un contact λ interposé sur le circuit de l'électro f_5 (fig. 10). Il a pour but d'en paralyser le fonctionnement aussi longtemps que le disjoncteur n'est pas fermé.

L'indication rapide des positions correspondantes du manipulateur du mécanicien et des servo-moteurs, dans l'ordre de succession où elles se réalisent, complétera les indications que nous venons de donner et nous n'insisterons pas sur les accessoires que représentent encore les figures 10, 11 et 12, et dont le fonctionnement se conçoit de lui-même.

Le *manipulateur* A est réalisé très simplement par des frotteurs mobiles et des contacts fixes dont il est inutile de donner le détail : les poignées se détachent facilement, et une seule d'entre elles est à la disposition du mécanicien de chaque train pour éviter la commande simultanée ou les fausses manœuvres ; de plus, cette poignée ne peut

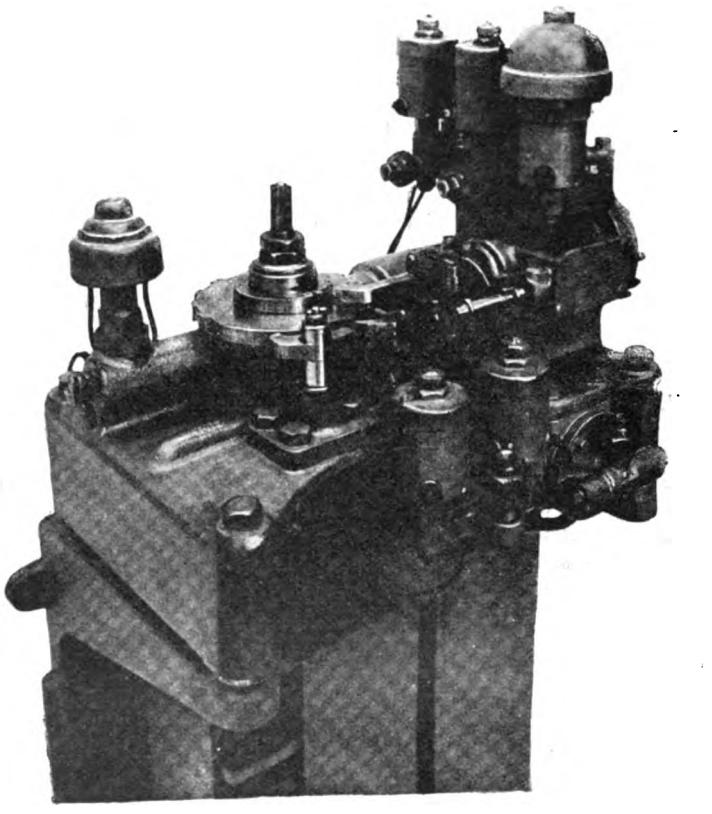


Fig. 12. — Cylindres et électros de commande du régulateur.

se détacher qu'à la position zéro de l'appareil, précaution déjà employée dans toutes les installations.

Le mouvement de cette poignée à droite ou à gauche dirige le train dans l'un ou l'autre sens de marche. Lorsque la manette est tournée vers la droite et que le frotteur touche le premier contact, le courant s'établit et ouvre immédiatement la soupape d'admission d'air dans le cylindre de commande fermant le disjoncteur général.

En continuant ce mouvement vers la droite, le frotteur touche le second contact, ce qui a pour effet de mettre en place l'inverseur pour le sens de marche correspondant.

A la position 3, l'air est admis dans le cylindre de commande faisant avancer par degrés l'arbre du tambour principal, par cliquets et roues dentées, jusqu'à ce que le contrôleur arrive au cran qui correspond à la marche en série des moteurs.

A la position 4, l'avancement automatique du contrôleur recommence, le déplaçant cran par cran jusqu'à la mise en parallèle des moteurs.

Le contrôleur peut être ramené à la position d'arrêt en retournant la manette à sa position primitive ; le courant ouvre alors la soupape d'admission d'air du cylindre de rappel, entraînant l'arbre du tambour principal jusqu'au zéro par l'intermédiaire de la crémaillère et du pignon denté.

La poignée du manipulateur obéit à un ressort de rappel à la position d'arrêt, dès que cesse la pression de la main du conducteur. Le même retour au zéro résulterait de l'application des freins automatiques à air, ce qui est d'un grand avantage dans le cas où le mécanicien, par une fausse manœuvre, aurait appliqué les freins sans avoir ramené

Digitized by Google

d'abord le contrôleur à la position d'arrêt, ou dans le cas où les freins seraient appliqués automatiquement par rupture d'attelage.

La ligne de train est composée de 7 fils, ainsi que le montre la figure 10, et les coupleurs représentés sur la même figure sont composés d'une partie femelle et d'une partie mâle, de construction solide, dont la figure 13 donne une vue un peu plus détaillée.

Fig. 13. — Coupleurs électriques Westinghouse.

Les parties mâles sont fixées aux voitures au-dessous de la plate-forme, et les deux parties femelles, reliées par une petite longueur de câble, s'engagent dans les coupleurs mâles des deux voitures à connecter.

Pour l'air comprimé, il n'y a pas d'autres coupleurs que ceux des freins.

Tous les appareils de manœuvre sont concentrés dans la cabine du mécanicien, qu'ils encombrent d'ailleurs fort peu ; par exemple, devant le conducteur et à sa droite se trouve le manipulateur de l'appareil contrôleur ; à sa gauche, la manette du frein pneumatique ; un peu plus bas, à hauteur du genou, se trouve la manette du coupleur automatique ; plus haut, à hauteur d'homme, se trouve l'interrupteur du circuit principal ; enfin, derrière lui, le tambour du frein à main, qui est d'ailleurs muni d'un tambour de commande analogue sur chaque plate-forme.

Ch. Dantin.

MÉTALLURGIE

RECHERCHES SUR LES ACIERS AU NICKEL

(Suite et fin[1].)

II. — Propriétés mécaniques. — Généralités. — Les propriétés mécaniques des aciers au nickel ont déjà fait l'objet de nombreuses études ; nous citerons celles faites par les Aciéries de Saint-Étienne, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale de Berlin, et surtout l'étude si complète de M. L. Dumas, dont M. Pourcel a donné un compte rendu détaillé dans le *Génie Civil* (2).

Il nous a semblé particulièrement intéressant de reprendre cette question d'une façon systématique sur les trois séries d'aciers que nous avions étudiées par voie métallographique. Le but que nous voulions atteindre était de montrer la corrélation qui peut exister entre la métallographie et les propriétés mécaniques. Autrement dit, étant donnée la métallographie d'un acier au nickel, peut-on *a priori* en donner d'une façon approximative les propriétés mécaniques ?

Nos essais ont été de quatre sortes :

1° Essais à la traction sur éprouvettes ayant 200 millimètres entre coups de pointeau ;
2° Essais à la compression ;
3° Essais au choc sur barreaux entaillés d'après la méthode de M. Fremont ;
4° Essais à la dureté par la méthode de Brinell.

Les essais à la compression ayant été faits par une méthode nouvelle, que nous ne pouvons encore décrire, seront laissés de côté aujourd'hui.

Avant de donner les résultats de notre étude, il nous semble bon de décrire en quelques mots les méthodes que nous avons suivies pour les essais au choc et à la dureté.

Essais au choc sur barrettes entaillées (Méthode de M. Fremont). — Les essais au choc ont une importance considérable, puisque seuls ils mettent à l'épreuve la fragilité de la matière. Les méthodes suivies jusqu'à ces dernières années consistaient, soit à faire tomber d'une hauteur connue sur une éprouvette définie un mouton d'un poids déterminé, de façon à produire un certain effort auquel doit résister le métal, soit à soumettre une éprouvette à des coups successifs et à déduire du total de ces efforts successifs, du nombre de coups de mouton, de la flèche prise, etc., la plus ou moins grande fragilité du produit essayé.

A ces méthodes, prises toutes deux en défaut et ne donnant pas de résultats précis, on a d'abord substitué la méthode suivante, dans laquelle on cherche, avant tout, l'effort nécessaire pour briser d'un seul coup l'éprouvette. Dans ce but, on fait des entailles successives et également espacées sur une longue éprouvette, que l'on serre dans un étau de façon à ne laisser dépasser que la partie comprise entre l'extrémité et la première entaille. On fait tomber le mouton d'une hauteur connue ; si l'éprouvette n'est pas rompue, on recommence sur la suivante en augmentant la hauteur de chute du mouton, et cela jusqu'à rupture de l'une des barrettes.

Dans le cas où l'éprouvette s'est brisée au premier coup de mouton, on recommence l'opération en diminuant la hauteur de chute jusqu'à ce qu'il n'y ait plus rupture.

Un tel essai est évidemment long et fastidieux ; de plus, comme l'a fait judicieusement remarquer M. Fremont (1) « tel acier qui se rompra avec un travail de N kilogrammètres, produit d'un poids P tombant d'une hauteur H, se rompra avec une quantité de travail plus faible que N mais produite par un poids plus faible tombant d'une hauteur plus grande ; la vitesse du marteau au moment du choc, ce qu'on appelle la *vitesse d'impact*, a donc une grande influence ».

Actuellement, on doit déclarer que toutes ces méthodes sont tombées devant celle de M. Fremont que nous allons rapidement exposer. Il est juste d'ajouter, que, en général, les cahiers des charges ne l'ont pas encore adoptée ; ceci est dû, certainement, non pas à l'ignorance de la méthode, mais à la crainte que peuvent avoir les grandes Compagnies de se lancer dans une voie qui n'est pas encore très étudiée et aussi à une hésitation dans la mesure à faire et dans les limites à adopter suivant les cas. Quoi qu'il en soit, cette méthode a mis en vue toute l'importance de l'essai au choc.

Le principe même est de rompre par un seul coup de mouton, produisant un travail connu, une barrette munie d'une entaille parfaitement définie, de façon à y créer une zone de rupture facile, et de mesurer le travail résiduel, après rupture de l'éprouvette.

Les dimensions adoptées par M. Fremont ont été les suivantes :

Pour la barrette : 10 × 8 millimètres de section et 30 millimètres de longueur ;

Pour l'entaille : 1 millimètre de largeur, 1 millimètre de profondeur et le fond rond.

Depuis on a proposé de nombreuses autres dimensions ou formes d'entailles. Nous avons adopté, dans nos essais, celles que nous venons d'indiquer. Pour produire la rupture, M. Fremont utilise le mouton suivant : un marteau d'un poids de 10 ou 15 kilogr. muni d'un couteau tombe, d'une hauteur de 4 mètres, sur l'éprouvette placée au-dessus d'une cavité (sur les deux bords de laquelle elle s'appuie), produisant, par conséquent, un effort total de 40 ou 60 kilogrammètres, suivant le poids du marteau. Le couteau rencontre l'éprouvette et la brise, ou tout au moins la plie ; ce n'est après ce phénomène, c'est-à-dire après qu'une partie de l'énergie du marteau a été absorbée par la rupture de l'éprouvette, que le dessous du poids, qui forme une partie plate, vient rencontrer une plate-forme qui repose directement sur la face supérieure de deux gros ressorts. Au moment où elle est rencontrée par le dessous du marteau, la plate-forme s'abaisse d'une certaine quantité ; l'espace qu'elle parcourt ainsi est lu au moyen d'une tige qu'elle entraîne avec elle dans sa chute et dont le déplacement est amplifié par un levier.

On gradue l'appareil en faisant tomber le marteau de hauteurs variables et connues. Avec un tel mouton on peut casser aisément vingt-cinq éprouvettes à l'heure.

D'autres appareils servant à mesurer la fragilité ont été créés après celui que nous venons de décrire ; nous citerons les pendules de M. Charpy et le mouton de rotation de M. Guillery, dont le *Génie Civil* a donné, tout dernièrement, une description sommaire (2).

Essais à la dureté par la méthode Brinell. — La méthode créée par M. Brinell, directeur des usines de Fagersta (Suède), consiste essentiellement à faire, sous une pression connue, l'empreinte d'une bille en acier dur trempé sur le métal que l'on essaie.

Pratiquement, on dresse, sur un morceau du produit dont on veut connaître la dureté, deux faces sensiblement parallèles et l'on interpose entre le plateau d'une presse munie d'un manomètre et le métal une bille de 10 millimètres de diamètre en acier dur trempé, semblable à celles que l'on utilise dans les roulements. Comme appareil, nous employons la presse construite par M. Le Chatelier pour les essais des ciments ; nous avons seulement pratiqué dans la tête de la vis un logement où vient s'appuyer la bille.

Sous la pression exercée, la bille a fait une certaine empreinte ; au moyen d'un microscope à déplacement, ou plus simplement, comme l'a proposé M. Le Chatelier, avec une réglette divisée formant un angle dont on amène les deux bords tangents à l'empreinte, on mesure le diamètre du cercle obtenu avec la surface métallique. De ce diamètre on déduit l'aire a de la calotte sphérique creusée dans la masse essayée.

p étant la pression avec laquelle on a agi, le chiffre Δ de Brinell est donné par le rapport : $\Delta = \frac{p}{a}$, qui est d'autant plus grand que le métal est plus dur.

M. Brinell a utilisé ce procédé dans un grand nombre d'essais, qu'il a énumérés dans un rapport présenté en 1900, au Congrès des Méthodes d'essais.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 4, p. 8, et n° 2, p. 23.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 9, p. 139.

(1) *Bulletin de la Société d'Encouragement*, septembre 1901.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 21, p. 335.

Digitized by Google

Nous reproduisons, dans les tableaux ci-dessous, les résultats des essais mécaniques que nous avons effectués sur les aciers au nickel. Dans ces tableaux :

R est la résistance à la rupture; E, la limite d'élasticité; A, l'allongement à la rupture reporté à 100 millim.; Σ, la striction calculée d'après la formule $\frac{s-s'}{s} \times 100$, s étant la section primitive, s' la section la plus petite après rupture.

On voit que ces résultats divisent les aciers au nickel en quatre groupes bien distincts, variables avec la teneur en carbone et que l'on retrouve dans le tableau ci-après :

	1re Série.	2me Série.	3me Série.
1° Groupe	de 0 à 10 °/₀ de Ni	de 0 à 7 °/₀ de Ni	de 0 à 5 °/₀ de Ni
2° —	de 10 à 27 °/₀ —	de 7 à 25 °/₀ —	de 5 à 15 °/₀ —
3° —	plus de 27 °/₀ —	plus de 25 °/₀ —	plus de 15 °/₀ —

Résultats des essais mécaniques des aciers au nickel.

Première partie : *Essais sur aciers bruts de forge.*

Teneur en nickel	Série I. — Teneur en carbone : 0,120 °/₀ environ.				Série II. — Teneur en carbone : 0,250 °/₀ environ.				Série III. — Teneur en carbone : 0,800 °/₀ environ.			
	R	E	A	Σ	R	E	A	Σ	R	E	A	Σ
	kgm	kgm	°/₀	kgm	kgm	kgm	°/₀	kgm	kgm	kgm	°/₀	kgm
2	35,9	29,5	23	73,01	41,8	29,5	21	59,2	89	45,5	15,7	24,1
5	41,0	30,4	25	74,01	49,8	36	20	60,1	101,2	58,3	10,0	24,1
7	45,0	33,3	21	69,01	57,2	40,9	20	56,6	83,5	83,5	0	0
10	65,1	52,6	8	53,8	106,0	83,2	3,5	49,6	106	106	3	0
12	96,0	61,6	3,5	28,7	124,0	87,4	4	40,0	83	83	0,5	0
15	97,9	86,0	0,5	0	114	71,0	5,5	52,3	45,5	33,8	4	5
20	119,7	82,7	1,5	2,4	127,2	88,5	4,5	5	56,7	36,7	9,5	18,4
25	97,0	47,2	5	3,5	54,6	28,6	29	27,4	75,2	38,1	22	31,7
30	45,0	39,5	29,5	63,9	56,0	33,4	32	71,3	79,7	48,1	30,5	50,0

Essais sur aciers bruts de forge.

Teneur en nickel	Essais au choc sur barrettes entaillées. Méthode Frement.			Essais à la dureté. Méthode Brinell. $\Delta = \frac{p}{a}$ (p = 2 000 kilogr.)		
	Série I — 0,120 °/₀ C	Série II — 0,250 °/₀ C	Série III — 0,800 °/₀ C	Série I — 0,120 °/₀ C	Série II — 0,250 °/₀ C	Série III — 0,800 °/₀ C
	kgm	kgm	kgm	kgm	kgm	kgm
2	35,5	21	3	122	146	234
5	32	17,5	3	135	153	250
7	24	17	3	144	152	319
10	3	3	2	183	330	435
12	1	6	5	228	370	278
15	0	7	7	242	343	148
20	1	8	10	318	306	141
25	5	35	40	165	122	156
30	12,5	38	40	113	111	174

Deuxième partie : *Essais sur aciers trempés.*

Teneur en nickel	Essais au choc sur barrettes entaillées. Méthode Frement.			Essais à la dureté. Méthode Brinell. $\Delta = \frac{p}{a}$ (p = 2 000 kilogr.)		
	Série I — 0,120 °/₀ C	Série II — 0,250 °/₀ C	Série III — 0,800 °/₀ C	Série I — 0,120 °/₀ C	Série II — 0,250 °/₀ C	Série III — 0,800 °/₀ C
	kgm	kgm	kgm	kgm	kgm	kgm
2	28	12	2	125	370	567
5	15	9	2	170	385	401
7	10	9	2	235	385	497
10	8	10	5	296	401	418
12	6	10	5	296	436	401
15	4	9	8	250	455	134
20	1	8	18	278	370	119
25	0	23	35	250	106	138
30	5	32	30	113	111	153

Essais sur aciers trempés.

Teneur en nickel	Série I. — Teneur en carbone : 0,120 °/₀ environ.				Série II. — Teneur en carbone : 0,250 °/₀ environ.				Série III. — Teneur en carbone : 0,800 °/₀ environ.			
	R	E	A	Σ	R	E	A	Σ	R	E	A	Σ
	kgm	kgm	°/₀	kgm	kgm	kgm	°/₀	kgm	kgm	kgm	°/₀	kgm
2	50	39,7	20	73,2	73,6	45,5	10,25	56,6	Toutes les éprouvettes à 0,800 °/₀ de carbone et contenant 2, 5, 7, 10 et 12 de nickel ont constamment « tapé » à la trempe. Aucun essai n'a donc pu être fait sur ces aciers trempés.			
5	60,6	32,2	6	52,2	153,2	153,2	2,0	?				
7	99,4	96,9	5	47,4	137,1	137,1	2,5	?				
10	109.4	97,9	5	47,4	157,8	157,8	2,5	?				
12	107,4	77,5	3	20,1	144	144	2,5	?				
15	106,9	87,0	3,5	46,5	135,1	135,1	0,7	1,2	45,5	33,8	4	5
20	114,0	89,4	5	31,2	112,8	112,8	1,2	2,5	62,2	26,8	14,3	19,1
25	»	»	»	»	55,6	28,9	18	27,4	74,0	32,7	11,4	45,2
30	42,2	20,8	21	17,8	56,1	34,9	31,5	71,3	73,5	36,2	25	24,8

Pour établir des comparaisons entre les aciers au nickel et les aciers au carbone, nous avons fait des essais analogues sur des aciers au carbone très purs, préparés au creuset. Voici les chiffres obtenus :

Teneur en carbone.	Aciers bruts de forge.	Aciers trempés.
0,055	67.3	87,3
0,066	70,5	95,0
0,094	95	108,5
0,187	91	152,4
0,400	148	207,2
0,510	144	278,2
0,840	214	629,6
0,990	250	496,5
1,090	265	566,7

Le premier groupe a sensiblement les mêmes propriétés que les aciers au carbone ; mais les aciers qui appartiennent à ce groupe sont plus homogènes, et la résistance est légèrement augmentée par le nickel.

Il faut insister surtout sur l'homogénéité, laquelle est visible au microscope et aux essais au choc.

Les aciers du deuxième groupe ont mêmes propriétés que les aciers trempés à haute teneur en carbone.

Les aciers du troisième groupe sont caractérisés par leur basse limite élastique, leur faible allongement et leur non fragilité.

A part le premier groupe, qui n'avait pas été très bien caractérisé, ceci est d'accord avec les recherches antérieures aux nôtres.

Digitized by Google

Nous retrouvons ici les mêmes divisions que celles auxquelles nous avons été conduit après l'étude micrographique de ces produits.

Les essais à la traction nous suggèrent les remarques suivantes : Les propriétés mécaniques varient brusquement lorsque l'acier devient non-magnétique. Pour le premier acier non-magnétique de chaque série, la charge de rupture et la limite élastique sont à peu près identiques. Mais, lorsqu'à partir de l'acier non-magnétique, on augmente, dans chaque série, la teneur en nickel, la résistance et la limite élastique croissent sensiblement. Les allongements sont malgré cela énormes et atteignent même 50 %.

La trempe augmente, bien entendu, R et E pour les aciers du premier et même du second groupe. Pour ce dernier, ce fait doit être dû principalement à une plus grande homogénéité. Toutefois, pour les aciers de ce groupe contenant le plus de nickel, il y a parfois un léger adoucissement provenant de ce qu'une assez grande partie du fer se trouve, après trempe, à l'état γ. Elle est généralement sans action sur les aciers du troisième groupe.

Les remarques les plus intéressantes à faire sur les essais à la dureté et au choc sont les suivantes :

Le maximum de dureté dépend de la somme C + Ni. Il est atteint pour une dose de nickel d'autant plus faible qu'il y a plus de carbone. Après trempe, les aciers à 0,120 de carbone ne sont pas sensiblement plus durs qu'avant. Toutefois, la dureté de l'acier de cette série à 10 % de nickel a augmenté; cela s'explique aisément, cet acier étant formé, avant trempe, de fer α + martensite; après trempe, de martensite pure.

Les aciers à 0,400 et 0,800 de carbone possèdent sensiblement, après la trempe, la même dureté qu'avant, à l'exception des aciers rentrant dans la première classe qui, à l'état brut de forge, sont formés de fer α et de perlite.

Enfin, le point le plus intéressant est que les aciers à 30 % de nickel ont sensiblement la même dureté, qu'ils contiennent 0,120 ou 0,800 de carbone, après ou avant trempe.

Au point de vue de la fragilité, on voit que le maximum est atteint par les aciers les plus durs, ce qui était à prévoir.

Il y a d'ailleurs concordance en quelque sorte absolue entre la fragilité et la dureté. Après trempe, la fragilité reste sensiblement la même qu'avant trempe, excepté pour les aciers du premier groupe : pour ces aciers, elle est généralement augmentée. Mais le point certainement le plus intéressant à signaler est le suivant : les aciers contenant le fer à l'état γ ne sont pas fragiles, même lorsqu'ils contiennent de grandes quantités de carbone.

C'est ainsi que les aciers à 25 et 30 % de nickel, et contenant 0,800 de carbone, donnent de 35 à 40 kilogrammètres au Fremont.

Il est à noter que les aciers martensitiques deviennent moins fragiles après trempe : cela est facile à expliquer, puisque par la trempe une partie du fer passe à l'état γ.

En terminant ce qui a trait aux essais mécaniques, nous voudrions attirer l'attention sur un point qui nous paraît intéressant.

L'essai de Brinell, très rapide et très simple, donne, en ne l'envisageant que comme essai à la dureté, des renseignements particulièrement précieux.

Il permet de classer l'acier dans l'une des classes précédentes et, par conséquent, d'en déduire approximativement ses propriétés mécaniques. De plus, il semble que le chiffre de Brinell définisse d'une façon assez parfaite la façon dont un métal peut se travailler. D'après les expériences que nous avons faites à ce sujet, et que nous continuons, il semble qu'on puisse dire déjà que :

1° Un métal est difficile à travailler, comme trop doux, lorsque le chiffre de Brinell est inférieur à 120. Les copeaux viennent s'enrouler autour des outils de tours ; à la mortaiseuse, il se travaille mal, il fait des bavures ;

2° Un métal est très facile à travailler au tour, à la mortaiseuse, à la fraiseuse, lorsque le chiffre de Brinell se tient entre 120 et 200 ;

3° Un métal est difficile à travailler, comme trop dur, lorsque le chiffre de Brinell est supérieur à 200; il est extrêmement difficile à usiner lorsqu'il atteint 250. A partir de ce chiffre, il semble utile de se servir d'aciers spéciaux pour constituer les outils.

Nous avons reconnu ces chiffres comme exacts, pour les aciers au nickel et au carbone.

Des expériences, que nous faisons actuellement, nous permettront, sans doute, de généraliser bientôt.

Conclusion. — Si nous nous reportons, en même temps, aux recherches que nous avons faites sur les propriétés mécaniques et la micrographie des aciers au nickel, nous voyons que nous sommes conduit à classer les aciers d'une façon absolument identique :

Une première classe, pour laquelle les aciers ont mêmes propriétés mécaniques et même micrographie que les aciers au carbone ;

Une seconde classe renfermant des aciers ayant la structure martensitique et mêmes propriétés que les aciers au carbone trempés, haute résistance et haute limite élastique, faible allongement, petite striction, grande fragilité, grande dureté ;

Enfin, une troisième classe comprenant des produits ayant des propriétés qui n'ont rien de commun avec les aciers au carbone et qui se rapprochent davantage de certains autres métaux, tels que le nickel ; tous ces aciers sont à structure polyédrique.

Donc, pour les aciers bruts de forge, il suffira d'avoir la micrographie, opération qui ne demande pas, lorsque l'on est bien outillé, plus d'une demi-heure, pour être fixé sur la valeur de l'acier (1).

De plus, si un traitement intervenant, trempe, recuit, écrouissage, refroidissement, venait à transformer la structure de l'acier, on pourrait encore, ainsi que nous l'avons montré au cours de ces recherches, affirmer d'une façon très suffisamment approximative la valeur mécanique du métal; dire, notamment, s'il est fragile, dur, se travaillant bien, à haute ou basse résistance, à grand ou faible allongement.

Il n'est donc pas douteux que la métallographie microscopique peut être envisagée, d'ores et déjà, comme une méthode d'essais donnant des renseignements au moins aussi précis et certainement plus frappants que les méthodes actuellement en usage.

Nous espérons, d'ailleurs, lorsque l'étude des autres aciers sera achevée, pouvoir en quelque sorte synthétiser tous ces résultats dans un diagramme très simple qui permettra, sachant la composition, de trouver de suite la micrographie et les propriétés mécaniques de ces aciers.

Léon Guillet,
Docteur ès Sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

CHIMIE INDUSTRIELLE

DISTILLERIE DE MÉLASSES, A MEXICO

(Planche III.)

On a récemment installé, à Mexico, une usine de distillation de mélasses, dont nous allons indiquer les dispositions générales (2). La partie principale (fig. 1 à 5, pl. III) se compose de trois corps de bâtiment formant un T. L'une des branches renferme les cuves de fermentation *c*, l'autre les réservoirs d'alcool *m* et *n*. Un hangar, adossé au bout du bâtiment, abrite les chaudières *p* (fig. 3, pl. III).

Le pavillon P, surélevé pour recevoir le réservoir d'eau *i*, renferme les appareils de distillation et de rectification de l'alcool. A sa suite, dans un bâtiment de moindre hauteur, sont les réservoirs de mélasse à traiter et d'alcool, puis les premières cuves *c* de fermentation.

La mélasse à traiter, qui constitue le résidu de la fabrication du sucre de cannes, est retirée du réservoir de dépôt, au moyen d'une pompe *b* (fig. 2 et 3, pl. III), et envoyée au mélangeur *a* où elle se trouve délayée avec de l'eau, au besoin neutralisée par addition d'acide sulfurique, et réchauffée par une injection de vapeur. Elle s'écoule alors, par l'action de la pesanteur, dans les cuves de fermentation *c*, d'où elle est recueillie, après un séjour permettant une fermentation complète, par une pompe à vapeur *d*, et refoulée vers les appareils de distillation. On peut, au besoin, laisser couler la mélasse d'une quelconque des cuves, dans une fosse *e*, et la reprendre séparément dans cette fosse avec la pompe à vapeur.

La circulation d'eau froide dans les appareils est obtenue par l'écoulement d'un réservoir supérieur *i* (fig. 2, pl. III).

Appareils de distillation. — L'appareil distillatoire se compose d'une colonne *f*, dans laquelle l'alcool est extrait de la mélasse et distillé ; puis d'une colonne *l* de rectification (fig. 1 et 2). Cet appareil est destiné à traiter 3 500 litres de mélasse à l'heure.

La pompe envoie le jus de mélasse au réchauffeur *k* (fig. 1 et 2) qui est, en même temps, le condenseur des vapeurs d'alcool ; on produit ainsi la condensation par le passage du jus froid, ce qui réduit la dépense d'eau froide et réchauffe économiquement le jus avant son entrée dans la colonne *f*. Introduit dans cette colonne, il y est soumis à l'action d'un jet de vapeur qui arrive de la partie inférieure; l'alcool distille et se rend à la colonne de rectification *l* pendant que la vinasse est évacuée au moyen du régulateur *t*.

Les produits de la distillation, épurés et concentrés dans la partie supérieure de la colonne, traversent le condenseur *k* et le réfrigérant *g*, et arrivent à l'éprouvette *s*, où ils doivent indiquer une teneur en alcool d'environ 85 %. Le réfrigérant *g*, d'où s'écoule l'alcool condensé, est placé assez haut pour alimenter directement les réservoirs *h* (fig. 2 et 3, pl. III), d'où l'on effectue le remplissage des tonneaux.

Le traitement de 1 000 litres de mélasse demande, dans l'appareil distillatoire, 300 à 350 kilogr. de vapeur et 10 hectolitres d'eau froide; et la production de 100 litres d'alcool bon goût exige environ 160 kilogr. de vapeur et 20 hectolitres d'eau froide dans l'appareil de rectification.

(1) Il faut évidemment supposer que l'acier ne contient pas d'impuretés qui puissent altérer ses propriétés et que l'on ne peut guère, dans les cas ordinaires, déceler au microscope. Mais, généralement, les aciers spéciaux sont à l'abri de ces défauts.

(2) D'après le *Praktische Maschinen-Konstrukteur.*

Digitized by Google

Le montage de ces appareils est fait avec soin, pour assurer et conserver la verticalité des colonnes et l'étanchéité des joints nombreux de la tuyauterie. Un essai doit être fait avant la mise en train, en remplissant d'eau tout l'appareillage, pour vérifier l'absence des fuites, soit à froid, soit en les chauffant à la température qu'elles doivent supporter. On établit également, par une série d'essais à l'alcoomètre, quelle est la pression la plus convenable pour la distillation dans la colonne *f*, et on s'attache à la conserver pendant les opérations.

Marche d'une opération. — Lorsque ces essais ont montré que les appareils et les tuyauteries ne présentent pas de points faibles, on peut commencer les opérations de distillation, en réchauffant les appareils avec la vapeur, et en mettant ensuite en action, très lentement, la pompe à mélasse. Le robinet d'eau froide du condenseur est ouvert en grand, pour obtenir la condensation totale des premières vapeurs, puis on augmente la quantité de vapeur d'eau pour avoir la pression nécessaire, en même temps qu'on accélère la marche de la pompe à mélasse. Lorsque l'alcool distillé commence à couler dans l'éprouvette, on règle le courant d'eau du réfrigérant, de façon que sa température reste constante; cette première période dure une demi-heure à trois quarts d'heure.

Il est indispensable que tous les étages de la colonne de rectification soient recouverts de liquide dès le commencement de l'opération.

Les densimètres, placés à la sortie du petit réfrigérant *v*, doivent

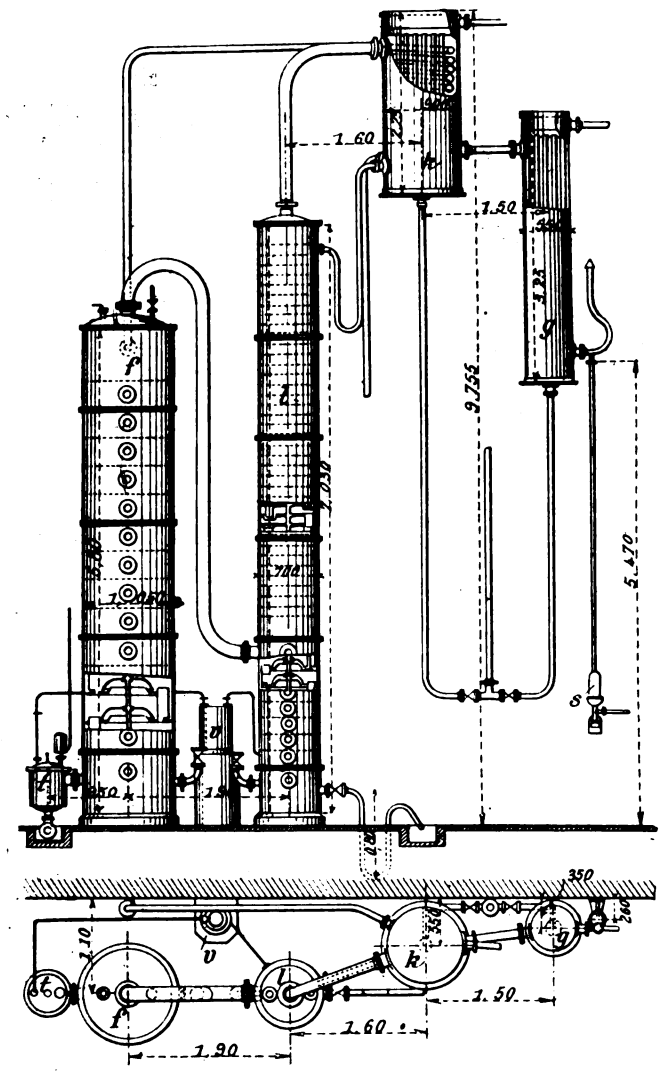


FIG. 1 et 2. — Élévation et plan de appareil distillatoire.

indiquer une teneur nulle en alcool; quand on les voit s'enfoncer dans le liquide, on est averti qu'il faut modifier, soit la vitesse de la pompe à mélasse, soit la pression de la vapeur. Si la vapeur est en excès, ce qu'on évite facilement par l'observation du manomètre, l'alcool sort abondamment, mais trop dilué, du réfrigérant.

La partie inférieure de chacune des colonnes est reliée, par des tuyaux munis de robinets, au serpentin du réfrigérant d'essais; les vapeurs d'alcool se condensent dans ce réfrigérant et tombent dans de petites éprouvettes, dans chacune desquelles se trouve un alcoomètre de vérification gradué, à 15 degrés, pour des teneurs de 1 à 3 °/₀ seulement. On est ainsi prévenu s'il reste de l'alcool mélangé aux produits évacués; 2 à 3 °/₀ d'alcool dans ces produits représentent une perte de 1ˡ 50 pour 3 500 litres de mélasse traités. On augmente l'injection de vapeur d'eau jusqu'à supprimer toute trace d'alcool dans les blanquettes. La pression de la vapeur ne dépasse généralement pas deux atmosphères. Les régulateurs à soupapes, placés à l'entrée des appareils de distillation, doivent la maintenir constante.

On évite soigneusement dans la colonne toute accumulation des vinasses, qui ferait monter la pression et serait très nuisible à la distillation. Les appareils distillatoires demandent à subir un nettoyage général deux fois par mois; les regards des colonnes doivent être ouverts une dizaine de fois par jour et les compartiments débarrassés de tous les dépôts.

La distillerie de Mexico a été installée en calculant que pour travailler, par jour de vingt-quatre heures, 84 000 litres de mélasse à la densité 1,32, qui doivent être dilués avant fermentation, de façon à donner 364 000 litres de jus, l'appareil distillatoire doit avoir une capacité de 15 000 litres de jus traités par heure. La fermentation dure environ trois jours; pour une capacité journalière évaluée, avec la réserve, à 400 000 litres, il faut donc seize cuves de 25 000 litres, soit au total quarante-huit cuves.

100 litres de mélasse diluée donnent environ 9ˡ 50 d'alcool à 23 degrés Cartier, soit à 63 °/₀, c'est-à-dire qu'on retire, dans le cas actuel $\frac{364\,000}{100} \times 9{,}5 = 34\,580$ litres d'alcool brut. Cette quantité se réduit, après concentration à 40 degrés Cartier, ou à 96 °/₀, à 19 000 litres d'alcool fin.

CHEMINS DE FER

NOUVEAUX ESSAIS, FAITS EN ALLEMAGNE,

avec les locomotives express des types les plus récents.

Nous avons mentionné, l'année dernière, dans le *Génie Civil* (1), les résultats d'essais comparatifs, faits sur les chemins de fer de l'État prussien, avec les trois types suivants de locomotives à grande vitesse, à 2/4 essieux accouplés :

1° Une machine compound à deux cylindres, munie de la valve de démarrage automatique du système von Borries;

2° Une machine compound à quatre cylindres placés sur la même ligne, du modèle exposé à Paris, en 1900, par la Société hanovrienne;

3° Une machine à simple expansion, avec vapeur surchauffée, que les établissements Borsig avaient également fait figurer à l'Exposition de Vincennes.

A la suite de ces essais, dix locomotives à quatre cylindres du système précité et huit locomotives express, pourvues d'un surchauffeur, furent construites en 1902, avec quelques perfectionnements que la pratique avait indiqués.

Les nouvelles expériences de traction, que nous nous proposons de résumer ici, d'après les renseignements donnés par M. von Borries, dans l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, ont eu lieu, comme précédemment, sur la ligne de Hanovre à Stendal. Cinq machines furent soumises aux essais : deux locomotives compound à quatre cylindres, deux locomotives à simple expansion et à vapeur surchauffée, une locomotive compound à deux cylindres. Toutes ces machines, des types susmentionnés, mais appartenant aux séries les plus récentes, avaient des chaudières de puissance comparable.

	COMPOUND à quatre cylindres	LOCOMOTIVE à vapeur surchauffée	COMPOUND à deux cylindres
Vitesse moyenne réalisée, à l'heure. . . . . V kilom.	88,2	90,8	86,9
Degré d'admission en °/₀ de la course du piston	34	15	45
Poids moyen de la locomotive et du tender. . P tonnes	86,9	89,8	75,7
Charge moyenne remorquée . . . . . P′ —	285,8	274,1	257,3
Poids total du train. . . . . P + P′ —	372,7	363,9	333,0
Effort moyen de traction pour la locomotive et le tender : $P\left(3{,}8 + 0{,}9\,V\,\frac{V+30}{1000}\right) = F.$ kilogr.	1 139,6	1 219,0	982,9
Effort moyen de traction pour les voitures : $P'\left(1{,}6 + 0{,}3\,V\,\frac{V+30}{1000}\right) = F'.$ —	1 504,2	1 483,2	1 300,6
Effort de traction total pour le train . . F + F′ —	2 643,8	2 702,2	2 283,5
Travail indiqué moyen . . . . . $\mathcal{T}_i = \frac{F+F'}{270}V$ ch.	865,2	911,0	733,8
Travail utile moyen. . . . . $\mathcal{T}_u = \frac{F'}{270}V$ —	492,8	500,1	419,7
Consommation d'eau moyenne par voyage . . . mèt. cubes	11,62	10,40	11,38
Consommation de charbon moyenne par voyage . . kilogr.	1 511	1 594,5	1 468
Travail utile par kilogr. de charbon en une heure. . ch.	0,61	0,57	0,50
Travail utile par tonne de locomotive sans tender en une heure. . . . . ch.	9,26	9,15	8,81

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 10, p. 164.

Digitized by Google

Le tableau ci-dessus fait ressortir les principaux résultats obtenus dans ces nouveaux essais. Nous lui avons conservé la même forme que pour le tableau relatif aux premiers essais, afin de faciliter les comparaisons.

L'examen des chiffres qu'il renferme confirme la supériorité des machines compound à quatre cylindres, qui se sont montrées les plus puissantes et les plus économiques, puisque le travail utile qu'elles ont développé, rapporté soit à l'unité de poids de locomotive, soit au kilogramme de charbon dépensé, a été plus grand que pour les machines des autres types. Cependant, il convient de faire observer que les machines à simple expansion, avec surchauffeur, suivent de très près, au double point de vue considéré, les locomotives à quatre cylindres. Les améliorations qu'on a apportées depuis deux ans dans leur construction, ont permis d'obtenir, dans ces nouveaux essais, de meilleurs résultats que lors des premières expériences. Ainsi le travail utile en une heure, par tonne de locomotive, qui était primitivement de 8,87 chevaux s'est élevé à 9,15 chevaux, c'est-à-dire à peu près celui qu'ont donné les locomotives compound à quatre cylindres (9,26 chevaux).

Pour les nouvelles machines express, à vapeur surchauffée, on a augmenté le diamètre des cylindres qui, dans le type primitif, était de 460 millimètres : il a été porté à 520 millimètres. Cet agrandissement a permis de marcher avec une moyenne de 15 °/₀ d'admission au lieu de 26 °/₀; on a ainsi réalisé une meilleure utilisation de la vapeur que par le passé. Par contre, on a constaté qu'en raison des variations très grandes, pendant un tour de roues, des efforts transmis par les pistons, les chocs étaient plus accentués dans ces machines, particulièrement dans les environs des points morts. On pourra vraisemblablement y remédier en donnant à la compression, à l'avance à l'admission et aux espaces morts des cylindres, des valeurs convenables. Mais de toutes façons, il semble bien qu'on ne pourra jamais obtenir, avec ces machines, la régularité de l'effort moteur et la douceur de roulement, qu'on a observées sur les locomotives à quatre cylindres, et dont l'influence doit certainement se faire sentir sur les dépenses d'entretien. Cette supposition est confirmée par le tableau suivant, dans lequel sont indiqués les parcours moyens de divers types de machines à grande vitesse, à deux essieux accouplés de l'État prussien, entre deux réparations comprenant le retournage des roues motrices.

TYPES DES LOCOMOTIVES	PARCOURS MOYEN en kilomètres	PÉRIODE pendant laquelle les parcours ont été relevés
Express ordinaires	37 605	de 1890 à 1901
Avec surchauffeur Schmidt	36 688	depuis 1898
Compound 2 cylindres (von Borries) . . .	47 110	depuis 1893
— 4 — — . . .	62 557	depuis 1900
— 4 — (de Glehn). . . .	40 369	depuis 1894

Il convient d'ajouter que ces résultats ne sont peut-être pas tout à fait concluants, attendu que la statistique a porté sur des locomotives d'âges et en états d'entretien très différents et qui, dans chaque catégorie, ne se trouvaient pas en nombres comparables. Ils constituent, néanmoins, une indication qui permet de faire prévoir que les locomotives à vapeur surchauffée, du type de l'État prussien, passeront par les ateliers plus fréquemment que les locomotives compound, et notamment que celles à quatre cylindres. Toutefois, dans cette comparaison, au point de vue de la durée des parcours, ce n'est pas tant la surchauffe que la disposition à deux cylindres qu'il faut incriminer, et nous pensons que l'application d'un surchauffeur n'est pas incompatible avec l'emploi de la double expansion dans les locomotives, quoique le bénéfice relatif qu'on en retirera soit moindre que dans les machines à simple expansion.

Les chemins de fer de l'État prussien ont mis également en service huit nouvelles locomotives à marchandises à 4/4 essieux, avec surchauffeur. Quatre de ces machines ont été comparées, l'année dernière, à un même nombre de locomotives compound à deux cylindres, à 4/4 essieux, remorquant des trains de bois et de coke d'environ 100 essieux, dans le bassin de la Moselle. La consommation moyenne d'eau, pour 106 essieux-kilomètres, a été respectivement de 1^{m3} 149 et 1^{m3} 259, et la dépense correspondante de charbon de 159^{kg} 9 et 170^{kg} 7, ce qui fait ressortir à 8,7 °/₀ et à 6,8 °/₀ les économies d'eau et de charbon procurées par les locomotives à vapeur surchauffée. Il est juste de dire que ces dernières possédaient des tiroirs cylindriques et que le tirage devait être meilleur, le nombre de coups d'échappement, par tour de roue motrice, étant de quatre, alors qu'il est seulement de deux dans les machines compound à deux cylindres.

Ces résultats d'expériences montrent l'intérêt qu'il peut y avoir à étendre les applications de la surchauffe aux locomotives.

F. B.

VARIÉTÉS

Dynamomètre de transmission.

Les figures ci-dessous, extraites de l'*American Machinist*, représentent un dynamomètre de transmission basé sur le même principe que celui de Webber, mais disposé d'une façon différente. Il peut se fixer à la poulie de commande du renvoi d'une machine, et y rester pendant toute la durée d'une période d'essai, sans apporter aucune perturbation au service de la machine.

A est l'arbre de renvoi, E la poulie qui commande habituellement. On fixe en F à cette poulie un engrenage conique G qui, par l'intermédiaire du pignon K, entraîne une autre roue H solidaire de l'arbre A. La roue K est folle sur un arbre L, articulé en J sur l'arbre A, et se prolongeant pour recevoir en Y, à son autre extrémité, un dynamomètre à ressort S. Un cadre R, disposé à cet effet, reçoit le dynamomètre

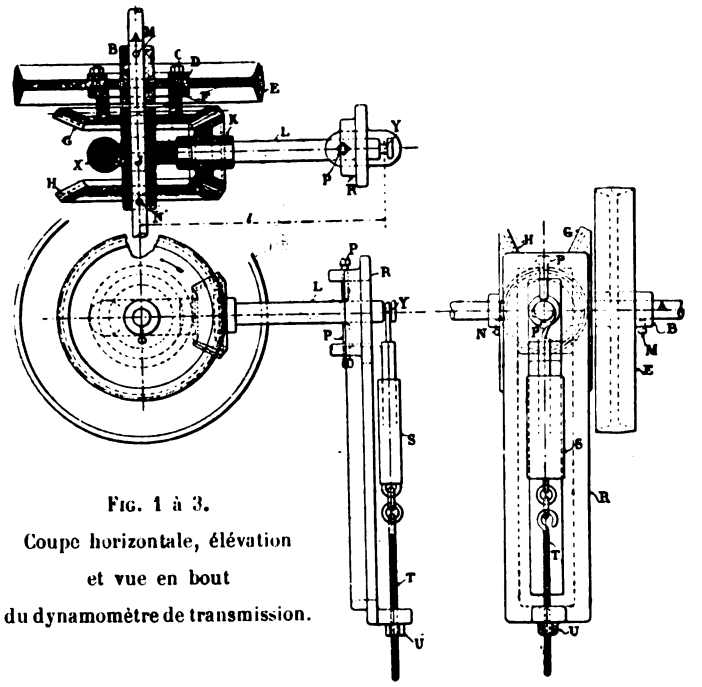


FIG. 1 à 3.
Coupe horizontale, élévation et vue en bout du dynamomètre de transmission.

par l'intermédiaire d'une tige filetée T, un écrou U permettant de régler sa tension. Des vis de butée P limitent la course du bras L. X est un contrepoids qui équilibre le poids de K, de L, et de la partie supérieure du dynanomètre S. Les engrenages G et H, ainsi que J, sont en deux pièces, de façon que l'ensemble puisse se monter et se démonter facilement ; des fourrures permettent d'appliquer l'appareil à des arbres de divers diamètres. La poulie E, devenue folle sur l'arbre A, doit tourner en sens inverse de son sens de rotation primitif; on croise simplement la courroie de commande.

l étant la longueur (en mètres) de l'arbre L, n le nombre de tours par minute de l'arbre A ou de la poulie, P l'effort (en kilogrammes) mesuré au dynamomètre, la puissance en chevaux est

$$\frac{\pi l n P}{60 \times 75}.$$

Si la vitesse est constante, le dynamomètre peut être directement gradué en chevaux.

L'appareil peut rester monté pendant les périodes où il ne sert pas aux mesures : il suffit de serrer les deux vis P P, de façon à immobiliser L.

Un nouveau produit réfractaire : le siloxicon.

Depuis quelque temps on fabrique aux usines de Niagara Falls un nouveau produit réfractaire auquel on a donné le nom de siloxicon. D'après l'*Engineer*, auquel nous empruntons ces renseignements, ce produit résisterait aux températures industrielles les plus élevées; il ne serait pas dissous par les métaux fondus et il ne serait attaqué ni par les scories acides ni par les scories basiques.

Le siloxicon est composé de silicium, de carbone et d'oxygène, et ces éléments y seraient à l'état de combinaison chimique. Il est obtenu au four électrique par la réduction incomplète de la silice au moyen du charbon. Pour sa préparation, on emploie du sable siliceux et du coke pulvérisés et mélangés en proportions convenables, et on opère à une température comprise entre 2500 et 2800 degrés. La masse solide que l'on obtient par refroidissement, est d'aspect homogène. de couleur gris verdâtre et de cohésion assez faible. C'est ce produit pulvérisé et tamisé qui est livré sous le nom de siloxicon.

Le siloxicon ne doit pas être confondu avec le carborundum ou carbure de silicium qui s'obtient à peu près de la même façon, à partir

Digitized by Google

des mêmes matières et au four électrique également; la composition, le mode de formation et les usages des deux corps sont tout à fait différents. Pour obtenir le carborundum il faut opérer à 3 500 degrés (température maximum du four électrique) et en présence d'un excès de carbone : la silice doit en effet être réduite totalement à l'état de silicium, lequel se combine avec le carbone en excès pour donner le carborundum ou carbure de silicium. La température doit être beaucoup plus basse pour le siloxicon, car, à 3500 degrés, il est totalement décomposé en oxyde de carbone et silicium; la proportion de carbone à employer doit être moindre que pour le carborundum, car une partie seulement de la silice est réduite, et l'excès de silice entre en combinaison avec le carbone et le silicium formé par réduction. Enfin, le carborundum est un corps très dur employé exclusivement au polissage comme succédané de l'égrisée, tandis que le siloxicon est un produit réfractaire.

Le siloxicon malaxé avec de l'eau forme une pâte, qui s'agglutine parfaitement et qui peut être moulée à la façon des briques ordinaires. On peut aussi le mélanger à 10 ou 25 % d'argile plastique, dont il augmente ainsi le pouvoir réfractaire. Les produits moulés sont séchés et cuits au four à la façon ordinaire.

Si toutes les qualités revendiquées pour le siloxicon sont réelles, ce produit est la matière réfractaire par excellence, et il doit convenir parfaitement au garnissage intérieur des fours, convertisseurs, creusets, etc. Il est fourni actuellement par l'usine de Niagara Falls au prix de 0 fr. 40 le kilogr. Quelques essais auraient déjà montré qu'il peut remplacer avantageusement le graphite employé à la fabrication des creusets pour fusion de l'acier.

CORRESPONDANCE

Le Chemin de fer Métropolitain de Paris.

MONSIEUR L'ADMINISTRATEUR-DÉLÉGUÉ DU *Génie Civil*,

J'ai lu avec grand intérêt les articles si documentés publiés récemment dans le *Génie Civil* (1) sur le Métropolitain de Paris, et j'ai constaté avec regret que, dans les projets des nouvelles lignes, on n'avait guère tenu compte des enseignements déjà fournis par l'exploitation de la première ligne mise en service.

En ce qui concerne l'exécution, il semble qu'on a multiplié outre mesure les attaques à ciel ouvert, et qu'on fait bon marché des principes admis par les auteurs des nombreux projets de métropolitains qui ont précédé celui qui s'exécute en ce moment, à savoir : que la construction par procédés souterrains devait être la règle, avec un petit nombre de puits d'accès ouverts au niveau des chaussées (dût-il en résulter quelque accroissement de dépenses); que mieux valait s'enfoncer d'un mètre ou deux en plus sous le sol des rues, que de s'exposer à provoquer des affaissements multipliés qui bouleversent les chaussées, nécessitent des dépavages et repavages continuels, créent à la circulation des gênes intolérables, tout en imposant à la Ville des dépenses incessamment renouvelées : c'est ce qui arrive présentement dans les rues du Quatre-Septembre et Réaumur. Ce ne sont pas les seuls points qui doivent attirer l'attention de nos édiles : il est d'autres questions plus graves, qui méritent une étude particulière du Conseil municipal.

Il y a des améliorations sérieuses à introduire dans certains projets des lignes en cours d'exécution et, à plus forte raison, dans ceux des lignes restant à construire.

Qu'au moment où elle a construit la première ligne métropolitaine de la Porte de Vincennes à la Porte Dauphine et à la Porte Maillot, la Ville ait adopté des dispositions un peu exiguës pour ne pas dépasser certaines limites de dépenses, cela s'explique tout naturellement, puisqu'elle ignorait quels seraient le rendement de l'exploitation, la rémunération des capitaux, et l'accueil que le public ferait à ce nouveau mode de transport en commun.

Il n'en est plus de même aujourd'hui : l'expérience est faite qui démontre que la Ville a fait une opération des plus lucratives en prenant à son compte la construction du corps du Métropolitain et en ne laissant à la Compagnie exploitante que la fourniture de la voie, du matériel fixe et roulant, et l'installation des moteurs électriques. En effet, les recettes sont fort élevées, et la Ville, pour sa part, perçoit plus du tiers des recettes de l'exploitation.

Le succès qui a accueilli l'ouverture de la première ligne en 1900, s'est continué en s'affirmant, depuis la livraison au public de la ligne Étoile-Nation.

Or, la Ville n'est pas un capitaliste, qui, satisfait d'avoir fait une excellente affaire, pourrait accumuler dans son trésor les sommes qu'elle lui a procurées. Elle a une mission plus haute. Il ne lui peut suffire d'avoir mené à bien une opération de voirie; il faut qu'elle la rende irréprochable, et la mette à la hauteur des œuvres similaires à l'étranger. Il faut, en particulier, qu'elle s'assure que l'instrument spécial de transport qu'elle vient de créer, rend bien au public tous les services qu'il est légitimement en droit d'en attendre, et, qu'il ne s'est pas glissé dans son œuvre, des défectuosités et des insuffisances qui nuisent au public en lui imposant des gênes et des difficultés, contre lesquelles il proteste ou protestera légitimement.

C'est dire qu'il incombe au Conseil municipal, de rechercher par l'étude du fonctionnement de la ligne de 1900 et de celle d'Étoile-Nation, ce qu'il convient de faire pour les autres lignes et les changements ou améliorations qu'il est utile d'apporter aux errements adoptés pour ces deux lignes.

C'est ainsi qu'on doit signaler la réduction excessive du rayon des courbes qui cause à l'exploitation une véritable gêne et a occasionné des déraillements.

C'est ainsi qu'il serait à désirer, que sinon toutes les gares, du moins celles qui sont exposées à un envahissement de nombreux voyageurs, aient une plus grande longueur de quais, afin de permettre, les jours d'affluence, la circulation de trains plus longs (ayant plus de huit voitures). De même pour la largeur des trottoirs; elle est dans bien des gares manifestement insuffisante. Dans les gares où plusieurs lignes viennent aboutir, il y a parfois accumulation extrême de voyageurs; des accidents se sont déjà produits; ce sont heureusement des faits isolés; mais il est toujours à craindre, sous ce rapport, que dans des circonstances spéciales, une gare soit envahie par une foule que les agents seraient impuissants à contenir dans la largeur des trottoirs actuels, au moment de l'arrivée du train.

Certains couloirs donnant accès dans une même gare d'une ligne à une autre, sont également insuffisants et trop exigus, comme par exemple à l'Étoile, à la jonction de la ligne n° 1 avec celle des boulevards extérieurs.

D'autre part, le manque d'aération du Métropolitain a soulevé déjà de nombreuses plaintes. Le remède au mal est assez difficile à trouver pour les lignes existantes; il sera certainement fort coûteux. Mais il semble que pour celles qui sont en cours d'exécution, on pourrait encore facilement donner satisfaction aux justes revendications du public.

On s'est manifestement trompé, quand on a fixé l'ouverture et la hauteur au-dessus du rail des voûtes du Métropolitain, en adoptant systématiquement des dimensions en largeur et hauteur inférieures à celles que l'expérience avait imposées, puis consacrées sur nos grands chemins de fer. On a perdu de vue qu'en diminuant la hauteur libre sous le ciel du souterrain, on s'obligeait à donner moins de hauteur aux voitures, et qu'on réduisait à la fois le cube d'air contenu dans la voiture, et surtout le cube d'air correspondant au vide du souterrain. On ne s'est pas même aperçu que le surbaissement donné à la voûte, conduisait à une dépense au moins égale, sinon supérieure à celle qu'eussent exigée nos types habituels des tunnels des grandes lignes.

L'erreur doit être réparée, partout où cela est encore possible.

Mais il est une autre question, d'une importance extrême pour le public, qui mérite d'être évoquée sans retard, et résolue par le Conseil municipal. Il s'agit du mode de jonction, sous la place de l'Opéra, des trois lignes de Courcelles à Ménilmontant, du Palais-Royal à la place du Danube, et d'Auteuil à l'Opéra; elles se croisent à des niveaux étagés, et passent les unes au-dessus des autres. Sans doute il peut être commode et économique, pour la construction du corps du Métropolitain, de placer les lignes à des niveaux différents à leur jonction en plan.

Mais il est incontestable que pareille méthode occasionnera des ennuis, des fatigues et des difficultés au public, qui, pour passer d'une ligne à une autre ou pour remonter au niveau du sol, devra gravir ou descendre un nombre considérable de marches d'escaliers. Or il serait réellement barbare d'imposer, à l'Opéra, aux femmes, aux enfants, aux vieillards ces ascensions forcées dans des escaliers d'une hauteur verticale dépassant le faîte des maisons de Paris, alors qu'aujourd'hui on s'efforce partout de desservir les appartements par des ascenseurs et même des monte-charges.

Le Conseil municipal aura à cœur d'apporter une amélioration à cette situation et de faire modifier le projet assez à temps pour que l'avancement des travaux n'en rende pas le changement impossible.

S'il n'est plus possible de placer les trois gares de l'Opéra au même niveau, il y faut, tout au moins, établir des ascenseurs, comme on l'a fait à Londres, pour éviter au public des ascensions ou descentes longues et fatigantes.

On peut se rendre compte, à la gare de l'Étoile, des inconvénients et de la fatigue qui résultent pour le public d'une gare à deux étages; ce sera bien pis à l'Opéra avec une gare à triple étage : il faudra gravir près de 130 marches pour remonter de l'étage inférieur au niveau du sol.

La question a donc une très sérieuse importance et il faut espérer que le Conseil municipal voudra la faire étudier en détail, pour arriver à une solution qui satisfasse le public, sans imposer une trop lourde charge aux finances de la Ville.

Veuillez agréer, etc.

BOUTILLIER,
Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 22, p. 337, n° 23, p. 361, et n° 24, p. 377.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 1er mai 1903.

Présidence de M. P. Bodin, Président.

M. Bodin annonce aux membres de la Société que la séance sera consacrée, sur la demande de la Chambre de Commerce américaine, à l'exposé et à la discussion d'une communication de M. Lallemand, membre du bureau national des poids et mesures, sur l'*Adoption du système métrique aux Etats-Unis*.

Auparavant, M. Kimbel, ancien Président de la Chambre de Commerce américaine, affirme que l'opinion de ses collègues est entièrement favorable au système métrique, et que la Chambre a eu pour but, en demandant cette conférence, de mettre en lumière le peu de fondement des objections qu'un certain nombre d'Ingénieurs américains présente contre l'adoption de ce système.

M. Ch. Lallemand commence sa communication en rappelant qu'un des premiers besoins pour l'homme est de comparer, au moyen d'une commune mesure de grandeur, les objets qui l'entourent. Cette commune mesure doit être de grandeur appropriée aux objets à mesurer, et facile à reconstituer dans toutes les circonstances de la vie. Les premiers étalons ont été choisis parmi les dimensions du corps humain *(toise, coudée, pied, pouce, etc.)*.

Les dimensions variées, suivant les provinces, de ces grandeurs mal définies, ont amené la Convention à décréter l'établissement d'un système métrique décimal dont elle fixa la nomenclature, et dont les unités de superficie et de volume furent le carré et le cube de l'unité de longueur. Pour donner à cette unité fondamentale un caractère *international*, on adopta un sous-multiple décimal du quart du méridien, qui correspond à 100 grades, de façon à exprimer par un même nombre la distance de deux points de la surface terrestre et l'angle de leurs verticales, rapporté au quadrant. La différence réelle entre cette unité théorique et les étalons réalisés matériellement est négligeable.

M. Lallemand compare les unités du système anglais, avec leurs rapports successifs variables, et le système métrique; il remarque les différences de grandeur que présentent, en Angleterre et aux États-Unis, des unités désignées sous un même nom, ce qui complique encore les recherches ; il fait ressortir qu'aux États-Unis le système décimal s'est déjà introduit tout naturellement dans les subdivisions du dollar et des unités de longueur employées dans les constructions mécaniques. Enfin l'exemple du système C. G. S., universellement connu et adopté, dérivant du système métrique, montre que l'adoption finale de celui-ci dans tous les pays n'est pas douteuse.

M. Simon réfute certaines objections de M. Halsey, au sujet du numérotage des fils dans les industries textiles, et montre que la complication actuelle est due surtout à l'importance du commerce anglais dans cette branche, qui force les filatures françaises à conserver provisoirement les numérotages anglais, pour la facilité des transactions.

M. Ed. Sauvage rappelle la création et le succès du système international de filetage, basé sur le système métrique, et pour lequel le profil du filet est le profil Sellert, usité aux États-Unis, ce qui facilitera son adoption en remplacement du système Sellert.

MM. Soreau, Mascart et Chalon répondent à quelques objections négligées par M. Lallemand : possibilité de reconstituer l'étalon du mètre, qui n'est pas rigoureusement conforme à sa définition théorique; abandon supposé en France de la division du quadrant en grades, pour revenir à la division en degrés; usage en France des anciennes mesures, concurremment avec le système métrique.

M. Hospitalier insiste sur les avantages du système C. G. S., qui lui paraît être le seul rationnel et cohérent, et qui est déjà reconnu légalement en France, en Allemagne, en Angleterre et aux États-Unis.

M. Ch.-Ed. Guillaume compare l'extension du système métrique à la désagrégation partielle du système anglais, et répond à plusieurs objections du questionnaire américain.

M. le Commandant Bourgeois fait remarquer que la division centésimale du cercle, loin de disparaître, a reçu récemment de nouvelles consécrations officielles.

M. le Commandant Mahan, du Génie américain, apporte le témoignage de ses travaux personnels en faveur du système métrique.

M. Cheysson réfute l'objection qui consiste à mettre en doute l'avantage économique et commercial qui résulterait de l'adoption du système métrique aux États-Unis.

En clôturant la discussion, le Président fait remarquer que le système anglais subit actuellement en Russie un mouvement de recul, notamment dans les forges, dont les laminoirs sont aujourd'hui établis suivant les mesures métriques.

A. B.

Académie des Sciences.

Seance du 4 mai 1903.

Chimie animale. — *Sur l'existence de l'arsenic dans l'œuf de la poule.* Note de M. G. Bertrand, présentée par M. Duclaux.

L'auteur estime que l'arsenic, comme le carbone, le soufre et le phosphore, est un élément constant de la cellule vivante et se rencontre dans tous les tissus. Il doit donc exister, aussi bien dans les cellules embryonnaires que chez l'adulte, et notamment dans l'œuf des oiseaux.

Les œufs examinés, dont les coquilles, les membranes, les blancs et les jaunes ont été séparément analysés par l'attaque d'un mélange d'acides nitrique et sulfurique, ont indiqué des quantités appréciables d'arsenic dans toutes leurs parties; le jaune est, de beaucoup, le plus riche, et le blanc le plus pauvre.

Un œuf renferme, en moyenne, $^1/_{200}$ de milligramme d'arsenic.

Géographie physique. — *Sur les bassins fermés des Alpes suisses.* Note de MM. M. Lugeon, M. Ricklin et F. Perrihaz, présentée par M. de Lapparent.

L'enquête des auteurs, basée exclusivement sur la carte topographique suisse, leur a permis de dresser la liste de 236 bassins sans écoulement superficiel, d'une étendue de 421 kilom. carrés, et qui ont une distribution nettement marquée.

Dans toutes les chaînes, la plupart de ces bassins sans écoulement superficiel avoisinent les lignes de faîte, et on peut remarquer que de très hautes régions laissent fuir les eaux de neige par de nombreuses pertes, permettant de comparer ces hautes faîtières à des toits troués.

Les bassins fermés semblent redouter le voisinage des grandes vallées, c'est-à-dire les lieux où l'érosion fluviatile ou torrentielle a pu drainer avec soin toute la surface du sol. Plus le chemin est long pour que l'eau puisse atteindre la vallée collectrice d'une région, plus cette eau a la chance de rencontrer une perte; ainsi s'explique cette distribution des bassins fermés parmi les hautes régions où ils se confinent dans les ramifications supérieures des petites vallées, ou dans les cirques d'origine glaciaire.

La grande majorité de ces bassins fermés des Alpes suisses possèdent de petits lacs où le niveau de l'eau est très variable : ainsi le lac de Tancy, le Daubensee, etc., mais un certain nombre d'entre eux sont complètement secs.

Mécanique. — *Sur le mouvement relatif de la pièce et de l'outil dans la taille des profils des mécanismes.* Note de M. G. Koenigs, présentée par M. Appell.

L'auteur étudie, par le calcul, le mouvement d'un mécanisme où deux membres, A et B, sont animés l'un par rapport à l'autre d'un mouvement dépendant d'un paramètre, de manière qu'une surface S, pratiquée sur A, reste constamment tangente à un second profil S′ pratiqué sur B, le contact ayant lieu suivant une ligne continue; S et S′ sont deux surfaces réglées et leur ligne de contact une génératrice rectiligne Δ suivant laquelle ces deux surfaces se raccordent. Il recherche quel mouvement il convient de faire prendre au corps A, en présence de l'outil, pour que celui-ci y pratique le profil de la surface S.

Paléontologie. — *Sur la faune échinitique du golfe de Suez.* — Note de M. R. Fourtau, présentée par M. Albert Gaudry.

M. Fourtau donne la liste, résultant des travaux antérieurs complétés par ses propres explorations, de la faune actuelle des échinides dans le golfe de Suez, et indique les phases que l'on est fondé à en conclure pour la genèse de ce golfe :

1° A la fin du Pliocène, envahissement de la fosse, qui venait de s'ouvrir, par les eaux du bassin indo-pacifique, amenant avec elles la faune des dépôts du Pliocène supérieur;

2° Au début du quaternaire, il y a jonction avec le bassin méditerranéen;

3° Enfin, soulèvement qui ferme de nouveau l'isthme de Suez et relève le plafond du golfe, en provoquant l'émigration de certaines espèces d'échinides.

Physiologie. — *Un hygromètre respiratoire.* Note de M. P. Lesage, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'auteur décrit son hygromètre à condensation, formé de deux parties :

1° Un tube de cuivre plein d'eau, argenté et bruni extérieurement, qui représente la paroi brillante sur laquelle l'apparition d'un nuage révèle la condensation de la vapeur d'eau de l'air qui l'entoure; le bout supérieur est fermé, l'inférieur ne laisse passer qu'un thermomètre et deux tubes par lesquels on peut amener de l'eau et faire varier la température;

2° Un ensemble destiné à maintenir autour du tube de cuivre une température voisine de celle du corps humain, qui comprend deux manchons de verre d'inégal diamètre et plus larges que lui. Ces manchons sont assemblés l'un dans l'autre par deux bouchons taillés en anneau, qui limitent une cavité annulaire contenant de l'eau, dont la température est mesurée par un thermomètre, et que l'on peut renouveler à l'aide de deux tubes. A la partie supérieure, le verre du manchon interne a été relevé en capuchon, destiné à recevoir le nez du sujet dont on étudie l'air expiré.

L'auteur expose la marche d'une observation, et rappelle les résultats généraux qu'il a déduits de ces expériences.

Physique. — *Dynamomètre de transmission donnant directement la puissance en kilogrammètres.* Note de MM. Gaiffe et Gunther, présentée par M. d'Arsonval.

Un dynamomètre de transmission est armé de deux disques, munis chacun d'un secteur conducteur ayant 180 degrés environ, et reliés électriquement entre eux. Sur ces disques frottent deux balais calés de telle façon que, lorsque aucun effort n'est transmis, un ressort quitte sa coquille conductrice au moment même où l'autre ressort entre sur la sienne. Dès qu'il y a un effort à transmettre, il se produit un décalage entre les deux disques, décalage proportionnel à l'effort transmis et qui a pour effet de faire toucher les deux ressorts en même temps sur les coquilles pendant un temps exactement proportionnel à l'effort transmis.

Si un circuit électrique composé d'une source à potentiel constant et d'un ampèremètre sans self-induction est relié à ce dynamomètre, l'intensité moyenne qui passera par l'ampèremètre sera proportionnelle à l'angle de décalage. On pourra donc lire, sur l'instrument taré à l'avance, l'effort transmis. Si la force électromotrice de la source est proportionnelle à la vitesse de rotation de l'ensemble, on lira sur le galvanomètre le produit de l'effort par la vitesse, c'est-à-dire la puissance en kilogrammètres.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

ART MILITAIRE

L'artillerie à l'Exposition de Dusseldorf. — La *Revue d'Artillerie*, d'avril, contient la fin d'une étude du capitaine Pesseaud sur l'artillerie à l'Exposition de Dusseldorf (voir janvier, février et mars), et passe en revue le matériel d'artillerie de campagne de tir rapide de la maison Ehrhardt, qui présente pour nous un intérêt d'autant plus grand qu'il s'inspire des principes mis en pratique, en France, dans une partie de ses dispositions (recul sur l'affût et bouclier).

« Les expositions des maisons Krupp et Ehrhardt, à Dusseldorf, écrit le capitaine Pesseaud, en manière de conclusion, comblent, au moins en partie, la lacune la plus considérable que présentait, pour le matériel d'artillerie, l'Exposition universelle de 1900.

» L'enseignement qui se dégage de cette Exposition, au point de vue de notre arme, est l'évolution

Digitized by Google

générale vers les pièces à long recul et à affût stable, qui seules permettent un tir véritablement rapide et l'emploi de bouclier à l'épreuve. Cette évolution est surtout à noter chez la maison Krupp qui s'était montrée la plus réfractaire à l'idée nouvelle et la plus attachée à l'ancien modèle rigide. Ces diverses constatations ne sont point sans intérêt pour notre artillerie. »

CHEMINS DE FER

Sur les raccordements à courbure progressive pour voies ferrées.— Les raccordements par simple contact, entre les parties rectilignes et circulaires consécutives dont se compose le tracé d'une voie quelconque, ont depuis longtemps été jugés insuffisants pour les voies ferrées sur lesquelles les changements brusques de courbure doivent être évités, en raison de la vitesse avec laquelle circulent les trains. On insère dans ce cas, entre les droites et cercles consécutifs, des arcs de courbe ayant, avec chacun d'eux, un *contact de second ordre* et sur lesquels la courbure varie progressivement, en même temps que le dévers. M. Maurice D'OCAGNE, Ingénieur des Ponts et Chaussées, présente, dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (3e trimestre de 1902), un exposé tout élémentaire de la théorie générale de ces raccordements, qui ont été déjà l'objet d'un travail très complet de M. Maximilien de Leber, et complète cet exposé par diverses données utiles pour l'application d'une solution particulière.

Ayant fait remarquer tout d'abord que pour qu'une courbe ait avec une droite un contact de second ordre, il faut que le point de tangence soit, pour cette courbe, un *point d'inflexion*, il recherche les équations de cette courbe; il montre ensuite comment on peut insérer des arcs de raccordement empruntés à cette courbe entre une droite et un cercle ou entre deux cercles.

M. d'Ocagne donne des types divers de ces courbes particulières, puis indique également la solution par la *clothoïde*, pour laquelle il a dressé des tables, simplifiant l'application des formules.

La rédaction des *Annales*, d'accord avec M. d'Ocagne, fait suivre cette intéressante étude d'une note rédigée il y a quelques années, par M. Ricour, en vue de l'application des formules de MM. de Nordling et Dupuis au raccordement des courbes avec les alignements droits. M. de Nordling a, en effet, dès 1867, préconisé, comme courbe progressive de raccordement, la *parabole cubique*.

Charrue à neige pour chemins de fer. — Les conditions difficiles que présentent les environs de Buffalo pendant l'hiver ont conduit l'International Railway C° à s'outiller d'une façon toute particulière pour débarrasser de la neige les diverses lignes qu'elle exploite. C'est ainsi qu'elle dispose de cinquante-deux appareils différents qui, à certains moments, se trouvent tous employés.

Le *Street Railway*, du 28 mars, décrit plus particulièrement un type de charrue à deux bogies, qui vient d'être construit par la Compagnie, et qui permet de rejeter la neige d'une voie par dessus l'autre voie, lorsque le vent a une direction telle qu'il la ramènerait si on la rejetait vers l'extérieur.

L'article décrit les moyens employés pour manœuvrer les socs et les versoirs.

CONSTRUCTION DES MACHINES

Le travail de l'aluminium. — Dans l'*American Machinist*, du 11 avril, M. J.-W. WOODWORTH donne divers renseignements sur les méthodes à employer pour le travail de l'aluminium.

Les deux points les plus importants sont l'emploi d'un lubrifiant approprié, et la forme de l'outil. Il faut employer des outils très dégagés, recuits au jaune paille, et bien tranchants. Comme lubrifiants, on se sert d'huile brute pour le fraisage, de pétrole pour le perçage et d'eau de savon pour le tournage.

L'emboutissage se fait comme pour le laiton, mais il n'est pas possible d'obtenir une aussi grande profondeur en une seule opération. Par contre, on peut faire beaucoup plus d'opérations sans recuit. Le recuit s'effectue à 340 degrés environ; on vérifie que la température n'est pas trop élevée, à l'aide d'une baguette de sapin que l'on frotte sur la pièce, et qui doit laisser une trace noire.

L'apparence dépolie s'obtient à la brosse ou au jet de sable. Le poli s'obtient au brunissoir, avec un mélange de vaseline fondue et d'huile brute; on emploie également le tripoli et le rouge.

L'auteur termine par la recette d'une soudure qui, employée convenablement, lui a donné de bons résultats.

ÉLECTRICITÉ

La bobine d'induction. — M. J. E. IVES publie, dans l'*Electrical World*, du 28 mars, une étude où il démontre que la force électromotrice secondaire maximum, dans une bobine d'induction, est proportionnelle au courant primaire, à la racine carrée de l'inductance du secondaire, et inversement proportionnelle à la racine carrée de la capacité primaire. Elle est indépendante de l'inductance primaire.

L'auteur publie des courbes des longueurs d'étincelle en fonction du nombre de tours du secondaire, pour plusieurs formes de bobines, des courbes des tensions secondaires en fonction du volume de fer du noyau, des courbes montrant l'influence de la capacité du condensateur sur la longueur d'étincelle, enfin un graphique du flux dans les diverses régions du primaire.

Il conclut que la meilleure forme est la forme droite, avec noyau dépassant le secondaire; il fait ressortir que les règles empiriques, relatives à la quantité de fil à employer, sont de peu de valeur, et que la mesure de l'inductance secondaire peut seule fournir une base, lorsqu'on connaît le courant primaire et la capacité du condensateur.

MÉCANIQUE

Usine de production d'énergie, avec tirage mécanique. — M. E. JOSSE décrit, dans les numéros des 14 mars et 4 avril de la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, l'installation de production d'énergie faite à Berlin pour l'éclairage, le chauffage et la force motrice dans un grand magasin.

Le prix excessif du terrain a conduit à placer les chaudières au second étage du bâtiment, tandis que les salles de machines et d'accumulateurs occupent le sous-sol.

L'établissement, dont le plan couvre 6 500 mètres carrés et dont le volume utile atteint 130 000 mètres cubes, devait être chauffé par la vapeur des chaudières, et éclairé par 460 lampes à arc, sans compter les lampes à incandescence, et l'éclairage supplémentaire pendant l'exposition, dans la saison de Noël; enfin trente-deux moteurs électriques, répandus dans l'immeuble, exigeaient à eux seuls une puissance d'environ 120 kilowatts.

L'installation comprend trois anciennes machines à vapeur pilon compound, à grande vitesse, de 230 chevaux et deux machines compound horizontales de 500 chevaux. Une batterie d'accumulateurs de 7 200 ampères-heure sert de secours et assure l'éclairage de nuit.

Les machines compound horizontales tandem font 105 tours par minute, et on porte cette vitesse à 115 tours pour la charge de la batterie; la distribution est à soupapes équilibrées; la vapeur surchauffée y est admise à 10 atmosphères. Elles commandent directement des dynamos à courant continu. Un condenseur Worthington à injection dessert l'ensemble des machines.

La salle des chaudières, placée sous le toit, deux étages au-dessus de la salle des machines, renferme trois anciennes chaudières aquatubulaires de 185 mètres carrés de surface de chauffe, et trois neuves du même type, de 270 mètres carrés, produisant de la vapeur surchauffée. La charpente en fer a été établie en raison de cette charge, qui atteint 560 tonnes. Le tirage de cette batterie est assuré par un ventilateur aspirant, solution plus économique que la construction d'une cheminée dont toute la partie inférieure aurait été sans utilité pour le tirage; ce ventilateur fonctionne avec succès depuis deux ans.

MÉTALLURGIE

Sur les aciers doux employés dans la construction des machines électriques. — M. G. CHARPY a résumé, dans une récente communication à la *Société internationale des Électriciens* (Bulletin de décembre 1902), les moyens d'investigation auxquels le métallurgiste peut avoir recours pour chercher à progresser dans l'étude si complexe des propriétés électriques et magnétiques des aciers.

L'auteur fait remarquer tout d'abord que la plupart des problèmes qui se présentent en métallurgie se ramènent à la recherche des relations existant entre les qualités qui définissent l'état d'un métal et certaines propriétés que l'on se propose d'utiliser: la résistivité, la perméabilité magnétique et le coefficient d'hystérésis, dans le cas qui nous occupe. Dans ces dernières années, l'étude de ces relations s'est systématisée au point de constituer un embryon de science spéciale, à laquelle on a donné le nom de *métallographie*. L'examen au microscope des fragments de métaux polis, convenablement préparés, permet, en effet, d'y distinguer facilement les divers constituants et d'y suivre leurs transformations.

M. Charpy, considérant plus spécialement le cas de l'acier pur dont il rappelle la structure, étudie comment cette structure est modifiée par les principales causes qui peuvent intervenir: 1° introduction dans l'acier de substances autres que le fer et le carbone; 2° traitement calorifique; 3° traitement mécanique. Il examine ensuite les conséquences qui peuvent être déduites des considérations qu'il expose à ce sujet en ce qui concerne les propriétés des aciers doux, plus particulièrement intéressantes au point de vue de la conduction électrique.

Les considérations développées par l'auteur permettent bien de se rendre compte de la façon dont sont modifiées, par les circonstances qui peuvent se présenter dans la fabrication des aciers doux, la conductibilité électrique, la perméabilité et la perte par hystérésis, mais elles ne donnent aucune interprétation d'un phénomène pratiquement très important, le *vieillissement* que présentent certains aciers doux au point de vue de la perte par hystérésis. Cette particularité, qui se rattache aux phénomènes de déplacement du zéro du thermomètre, et aux modifications étudiées par M. A. Le Chatelier sous le nom de *recuit spontané* des métaux et par MM. Barus et Duhem sous le nom de *variations séculaires*, a été étudiée spécialement par M. Charpy qui a effectué, sur le vieillissement des tôles par chauffage entre 100 et 200 degrés, une longue série d'essais comparatifs sur divers échantillons.

En résumé, pour les tôles d'acier doux ordinaire, il semble, d'après l'auteur, que les conditions à rechercher soient surtout une grande pureté et beaucoup de régularité et de précision dans le recuit; cependant, lorsqu'on atteint des coefficients exceptionnellement bas, le phénomène du vieillissement apparaît et crée une nouvelle et très sérieuse difficulté que pourront peut être tourner les aciers spéciaux. Les aciers au silicium et à l'aluminium, présentant une résistivité très élevée, une grande perméabilité et un coefficient d'hystérésis très faible, lui paraissent, en effet, appelés à un grand avenir.

MINES

Les méthodes d'exploitation au Klondike. — Dans l'*Engineering and Mining*, du 11 avril, M. Eugène HAANEL décrit les méthodes employées au Klondike pour exploiter les sables aurifères. La couche payante est généralement recouverte d'une couche stérile de boue et de gravier mélangés. Au moment où commencent les travaux, la terre est encore gelée presque partout. Si la couche payante est à faible profondeur, on la met à nu après avoir enlevé la couche stérile, préalablement dégelée par des jets de vapeur au pic et à la pelle; si la surface de la couche est régulière, ce travail peut être fait à l'aide de charrues décrotteuses mues par des chevaux ou par la vapeur.

Si on dispose d'une grande quantité d'eau et, si le terrain est en pente vers un ruisseau, le déblaiement se fait très rapidement par l'eau sous pression; dans tous les cas, la couche payante est laissée exposée au soleil qui par le dégel en produira la désagrégation. Le sable aurifère est enlevé ensuite à la pelle, à la brouette ou à la drague, et envoyé aux trommels et sluices où il est traité à la façon ordinaire.

Quand la couche payante est à grande profondeur, on a recours aux puits et galeries; on peut alors se proposer d'atteindre en même temps deux nouvelles couches aurifères situées fort au-dessous de la première. La désagrégation se fait aussi très facilement par l'action de la vapeur et de l'eau sous pression, car tout le terrain, jusqu'à environ 50 mètres en profondeur, n'est qu'une succession de sédiments de formation récente et très peu compacts. Le traitement serait très rémunérateur pour des sables ne titrant pas plus de 10 francs d'or par mètre cube; les frais, dans le cas le plus favorable, peuvent descendre jusqu'à 80 centimes par mètre cube, à cause du peu de main-d'œuvre nécessaire et de l'emploi comme combustible du bois qui est pris aux forêts avoisinantes.

Dans les exploitations par puits et galeries, on a généralement remplacé le treuil primitif des débuts par des dispositifs ingénieux et tout à fait spéciaux au Klondike. Une benne accrochée à un trolley peut s'arrêter juste au-dessus du puits et y descendre, elle en remonte chargée; le trolley remonte la pente d'un câble aérien et conduit la benne auprès du trommel et des sluices; là elle est basculée, puis elle retourne au puits. Toute la manœuvre se fait

Digitized by Google

automatiquement au moyen d'un câble qui est mis en mouvement par la machine servant à la fois à l'extraction et au lavage des sables. Toute l'installation peut être faite en un endroit convenable, au besoin très éloigné de l'entrée du puits. L'auteur décrit deux des principaux dispositifs employés.

Les machines d'extraction à l'Exposition de Dusseldorf. — M. Bucherer passe en revue, dans le *Bulletin trimestriel de la Société de l'Industrie minérale* (1re livraison de 1903), les machines d'extraction à l'Exposition de Dusseldorf où l'on voyait, à côté de machines à vapeur munies des derniers perfectionnements dans leurs appareils de distribution et dans l'économie de vapeur, plusieurs machines à commande électrique sortant des premières maisons d'Allemagne. Jusqu'alors on s'était montré très réservé dans l'application de ces dernières, se bornant à des machines secondaires de dimensions modestes, mais les essais que vont entreprendre sous peu la Gelsenkirchener Bergwerks-Actiengesellschaft et la Harpener Beryban-Actiengesellschaft, permettent de s'attendre à des résultats comparatifs importants, en raison des systèmes essentiellement différents qui ont été choisis. La première de ces sociétés, en effet, va utiliser bientôt une machine d'extraction pour 4 200 kilogr. de poids utile, 500 mètres de profondeur et 20 mètres de vitesse maximum, marchant à courant continu de 500 volts; la seconde fait installer actuellement au charbonnage Preussen une machine pour 2 200 kilogr., 700 mètres de profondeur et 16 mètres de vitesse, mais actionnée par un courant alternatif triphasé de 2 000 volts.

D'après l'auteur, ce dernier système aurait l'avantage du bon marché de l'installation première, mais son réglage de vitesse serait anti-économique.

Après avoir examiné les principaux avantages de l'emploi de l'électricité appliquée à l'extraction, M. Bucherer décrit successivement une machine d'extraction compound verticale, système Tomson, pour 1 200 mètres de profondeur, 2 200 kilogr. de poids utile et 10 à 12 mètres de vitesse moyenne; une machine jumelle compound horizontale pour 750 mètres, 4 400 kilogr. et 12 à 16 mètres de vitesse moyenne; une machine système Koepe à commande électrique pour 4 200 kilogr., 500 mètres et 20 mètres de vitesse maximum; une machine système Koepe à commande électrique pour 2 200 kilogr., 700 mètres et 16 mètres de vitesse moyenne; une machine à commande électrique, système Koepe modifié, à câble plat, pour 700 kilogr., 400 mètres et 15 mètres de vitesse maximum; une machine à commande électrique de Soest et Cie pour 1 200 kilogr. de charge utile, 225 mètres et 5 mètres de vitesse; il termine son travail par la description de trois treuils de la Rheinisch-Westphalische Maschinenbau-Anstalt à Altenessen.

NAVIGATION

Bateaux à hélice, à faible tirant d'eau. — M. Yarrow a fait, à l'Institution of Naval Architects, une communication relative à l'emploi de l'hélice comme appareil propulseur pour les bateaux à faible tirant d'eau. L'*Engineering*, du 10 avril, reproduit cette communication, dans laquelle l'auteur montre tout l'intérêt de ce mode de propulsion. L'hélice se trouve contenue dans un tunnel dont la partie supérieure dépasse la ligne de flottaison, ce qui permet d'augmenter le diamètre de l'hélice. Ce tunnel étant étanche, reste rempli d'eau lorsque l'air en a été expulsé, de sorte que l'hélice se trouve constamment immergée.

La construction du tunnel présente deux conditions contradictoires: pour réduire la résistance, il y a lieu de diminuer l'inclinaison des parois, c'est-à-dire d'augmenter le volume; par contre, l'augmentation de volume au-dessous de la flottaison revient à augmenter d'autant le déplacement, et l'augmentation au-dessus de la flottaison équivaut à une augmentation équivalente du tonnage. Il y a intérêt à ce que la paroi du tunnel située à l'arrière de l'hélice soit aussi horizontale que possible; mais la nécessité de descendre cette paroi au-dessous de la flottaison impose une limite. M. Yarrow a pu réduire considérablement la résistance de cette partie en la rendant mobile, l'expérience ayant montré que lorsque le bateau est en marche, cette paroi peut être soulevée de 15 à 20 centimètres au-dessus de la flottaison sans que le tunnel cesse d'être plein d'eau.

L'auteur termine par l'exposé d'expériences comparatives de remorquage faites, les unes avec un bateau à aubes (Robin Hood), les autres avec un bateau à hélice (Little John) du système précédent. Le rendement est à peu près le même dans les deux cas (35 à 40 %), le remorqueur à hélice ayant comme avantage, pour la navigation sur les canaux, de moins détériorer les berges et de présenter plus de facilités pour l'éclusage.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Avaries occasionnées par la présence de corps gras dans un générateur de vapeur. — L'action pernicieuse des corps gras sur les tôles et les rivures des générateurs, a été maintes fois constatée, et de fréquents cas de surchauffe ont été provoqués par ces substances. En effet, lorsque le métal est en contact avec un dépôt contenant des corps gras, huile ou composés renfermant des acides gras, sa conductibilité est considérablement diminuée, sa température devient très élevée et il en résulte des déformations ou des brûlures de tôles, ou encore des fentes dans les rivures. MM. Olry et Bonnet signalent encore, dans le *Compte rendu des séances du 25e Congrès des Ingénieurs en chef des Associations de propriétaires d'appareils à vapeur*, une avarie de ce genre, survenue à l'un des générateurs d'un stéarinier, leur associé. A l'intérieur de l'appareil, sur les tôles et rivures détériorées, les auteurs constatèrent la présence de dépôts affectant la forme de petits tas de 15 à 20 centimètres de côté, s'enlevant facilement au grattoir. Ces dépôts contenaient environ 6 % d'acides gras combinés et, malgré cette teneur relativement minime, il n'est pas douteux qu'ils aient été la cause de l'accident, car les observations nombreuses faites il y a une quinzaine d'années, alors que l'emploi des graisses animales et végétales était encore fort répandu et qu'on faisait à peine usage d'huiles minérales, ont montré qu'une proportion de graisse, même plus petite encore, était capable d'occasionner des dégâts de cette nature. Les cas de surchauffe de tôles et de cassures de rivures étaient alors beaucoup plus fréquents qu'aujourd'hui.

La présence des corps gras n'est pas seulement redoutable pour les chaudières à vapeur; elle l'est encore pour les tuyauteries de vapeur que ces corps dissolvent et amincissent graduellement.

Il convient donc, d'après les auteurs, de surveiller, avec le plus grand soin, toutes les parties susceptibles d'être en contact avec les acides gras, et de s'efforcer d'empêcher l'accès dans les générateurs de ces agents pernicieux, en interposant entre eux et les autoclaves des dispositifs capables de les retenir.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Les proportions des cylindres hydrauliques. — Dans l'*American Machinist*, du 11 avril, M. F.-B. Kleinhans indique les formes et dimensions qu'il adopte pour les cylindres de presses hydrauliques. Les cylindres à fond plat se cassent souvent au raccordement du fond, d'une part en raison du moment fléchissant, d'autre part par suite d'une tension préexistante dans le métal. L'auteur indique les raisons qui font préférer la forme concave, et rappelle les formules pour le calcul de l'épaisseur aux divers points, ainsi que pour la détermination de la garniture et des goujons. Le travail adopté pour le métal est de 2k8 pour la fonte et de 6k3 pour l'acier coulé.

TRAMWAYS

Les tramways de la corporation d'Huddersfield. — Le *Tramway and Railway World* avait décrit, dans son numéro de mars 1901, l'installation des tramways d'Huddersfield. Le réseau a été étendu depuis, et l'usine a été agrandie; ces extensions font l'objet d'un nouvel article qui vient de paraître dans le numéro du 9 avril du même journal. L'usine a été augmentée d'un nouveau groupe électrogène de 1 000 chevaux, ce qui porte la puissance totale à 2 650 chevaux. La dynamo, à 10 pôles, peut développer 650 kilowatts sous 550 volts à 90 tours. Son poids est de 48 tonnes, l'induit pesant 22t5.

Sept survolteurs sont connectés aux feeders de retour, l'inducteur de chaque survolteur étant excité par le courant du feeder correspondant.

On a ajouté une nouvelle chaudière, avec surchauffeur, économiseur et appareil de chauffe automatique.

Il n'existe pas de réseau proprement dit: le fil de trolley a 9mm2 de diamètre, et la ligne est divisée en sections dont le point d'alimentation a été judicieusement choisi de façon à éviter les pertes excessives; les rails et la ligne sont alimentés aux mêmes points; ils ne sont pas connectés à l'usine à l'endroit où ils passent à proximité, mais on se propose de les connecter par l'intermédiaire d'une résistance.

Les dernières voitures sont pourvues de deux moteurs de 30 chevaux. En outre du frein ordinaire, elles sont munies d'un frein agissant sur le rail, et d'un frein électrique. Ces voitures sont à impériale, et peuvent être couvertes pendant l'hiver.

La longueur totale des voies est actuellement de 58 kilom.; le nombre de voitures 61, le parcours mensuel 180 000 kilomètres-voitures.

Appareils pour l'entretien du matériel de tramways électriques. — Le *Street Railway*, du 4 avril, décrit divers appareils employés aux ateliers de l'United Railway and Electric Co, de Baltimore, pour effectuer économiquement les réparations usuelles aux moteurs et aux voitures.

Le cuivre des bobines inductrices détériorées est redressé et gratté par une machine spéciale, puis réisolé pour être employé à nouveau. Les bobines dont le conducteur est très gros sont déroulées sans redressement, puis isolées à la main et enroulées immédiatement après. Une machine spéciale sert à la fabrication des sections d'induit.

On trouvera dans le même article:

La description d'une étuve à sécher les induits, et le dessin d'un chariot destiné à les entrer dans cette étuve;

Divers détails sur l'essai d'isolement des induits à l'aide d'un transformateur roulant;

Des renseignements sur les appareils de levage des voitures;

Enfin, diverses indications sur les bâtiments, le chariot transbordeur, le chauffage et la ventilation, le magasin, et sur les voitures elles-mêmes.

TRAVAUX PUBLICS

Excavateurs et dragues modernes. — Le développement des organes et de la puissance des excavateurs et des dragues, en ces dernières années, est comparable à celui des locomotives et des navires. Ce développement n'est limité que par la facilité d'enlèvement des matériaux extraits et par la nécessité d'un emploi suffisamment continu pour rémunérer le capital engagé dans leur construction.

M. A. Robinson étudie, dans l'*Engineering Magazine*, de mars, l'emploi des différents types d'excavateurs et de dragues aux États-Unis.

Il décrit d'abord une pelle à vapeur, type le plus employé en Amérique et le plus commode pour les travaux de chemins de fer et indique, avec ses divers emplois, ses avantages comparativement avec les excavateurs européens à chaînes à godets.

Cette pelle à vapeur construite par la Bucyrus Co, de Milwaukee, pèse environ 75 tonnes, elle peut être amenée sur les voies ordinaires et traînée à l'aide d'une locomotive jusqu'au chantier. La pelle proprement dite a une capacité de 2m3 5 environ (on en a construit jusqu'à 4 mètres cubes environ de capacité). Avec une vitesse de quatre manœuvres par minute on peut déblayer environ 3 000 mètres cubes par jour au prix de 0 fr. 30 à 0 fr. 60 le mètre cube. L'appareil nécessite trois hommes à la machine et deux à cinq à terre, et consomme 1t5 de charbon en dix heures.

L'auteur étudie ensuite l'emploi des dragues qu'il classe en quatre catégories:

1° Les dragues à chaînes à godets, peu employées jusqu'ici aux États-Unis, par suite du faible développement des travaux des ports et du mode d'exécution de ces travaux; mais ce développement commence à se produire et ce type de dragues va sans doute se répandre en Amérique.

Au Canada, où l'État exécute lui-même les travaux, ces dragues sont plus employées; on s'en sert notamment pour creuser le lit du Saint-Laurent qui, à Montréal, a été abaissé de 5m50. Une des dragues employées à ces travaux a extrait environ 700 000 mètres cubes au prix de 0 fr. 20 environ le mètre cube;

2° Sur les Grands Lacs, on emploie beaucoup plus les dragues à cuiller; c'est le type américain par excellence. Aux profondeurs de 6 mètres, un de ces appareils extrait facilement 1 000 à 1 500 mètres cubes en dix heures avec six hommes et 3 tonnes de charbon. On en a construit dont la cuiller avait 4m3 5 de capacité et pouvant faire deux manœuvres par minute à une profondeur de 6 mètres d'eau, avec un effort de traction de 55 tonnes sur la cuiller;

3e et 4e Pour les plus grandes profondeurs, notamment à la mer, on emploie plus souvent aux États-Unis les deux autres types: drague à succion, si les matériaux à enlever le permettent, et drague à mâchoires.

Le Gérant: H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 4. N° 1093. Samedi 23 Mai 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro :** 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics :** Drague marine porteuse, à godets et à succion, du port de Montevideo *(planche IV)*, p. 49; Ch. Dantin. — **Mécanique :** Équilibrage des machines, p. 51; H. Brillié. — **Physique industrielle :** La soudure autogène des métaux. Soudure au chalumeau oxyacétylénique, p. 54; André Binet. — **Études économiques :** La nouvelle loi sur la marine marchande, p. 56; C. Marquet. — **Variétés :** Les derniers progrès de la télégraphie sans fil, p. 59; — Conservation des traverses de chemins de fer au moyen du « trenail », p. 60; — Chargement mécanique du charbon sur les locomotives, à Fond-du-Lac (États-Unis), p. 61.

Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (11 mai 1903), p. 62.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 62; — Ouvrages récemment parus, p. 64.

Planche IV : Drague marine porteuse, à godets et à succion, du port de Montevideo.

TRAVAUX PUBLICS

DRAGUE MARINE PORTEUSE A GODETS ET A SUCCION du port de Montevideo.

(Planche IV.)

L'entreprise générale des travaux du port de Montevideo emploie une drague d'une très grande puissance, spécialement construite dans ce but par la maison A. F. Smulders, de Rotterdam.

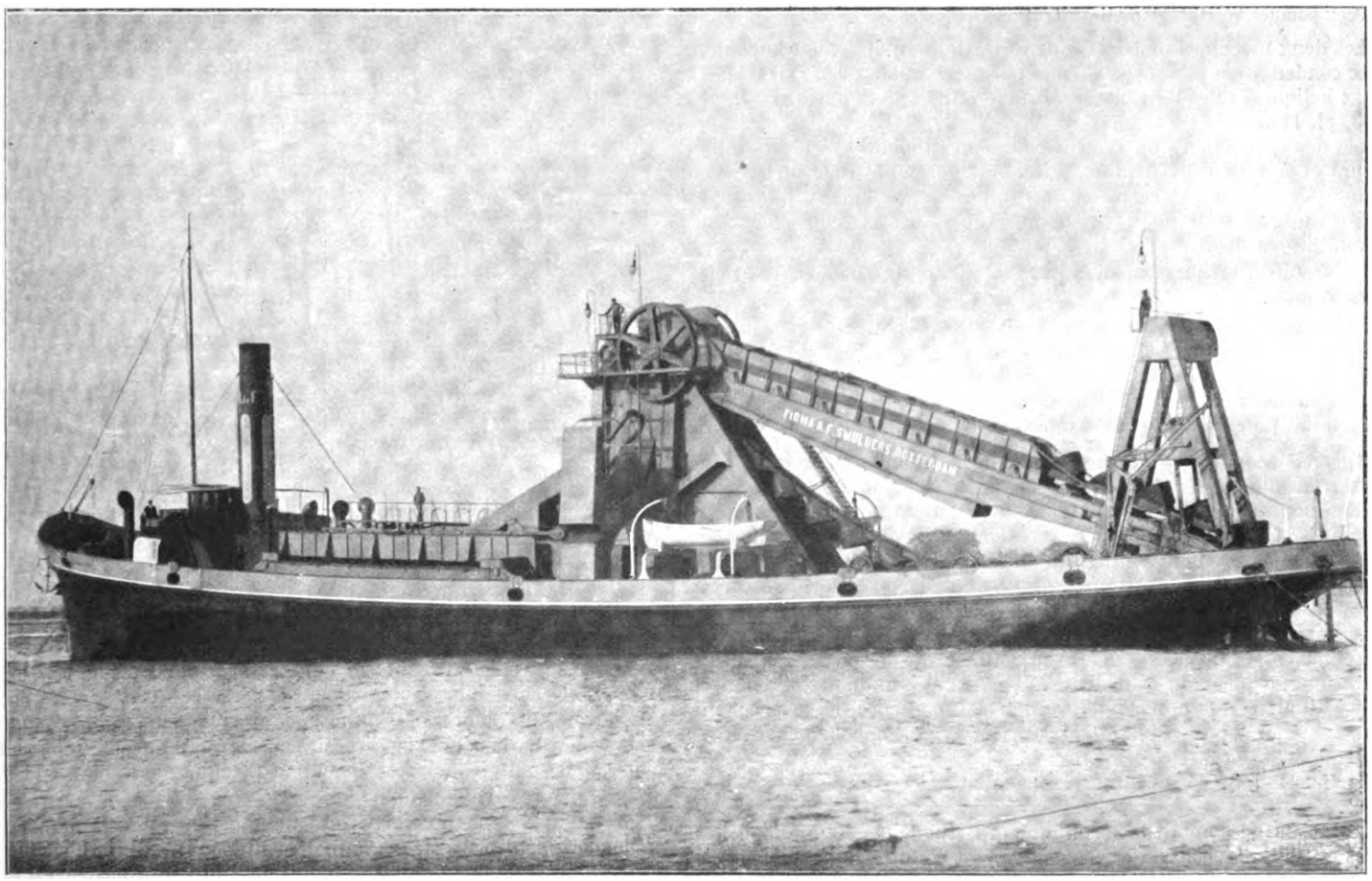


Fig. 1. — Drague marine porteuse du port de Montevideo : Vue de la drague en travail.

Cette drague, dont le projet a été dressé sur les indications fournies par M. Ad. Guérard, Inspecteur général des Ponts et Chaussées (1), et M. Barre, Ingénieur, à Bruxelles, présente quelques particularités, dont la plus saillante est qu'elle peut effectuer successivement deux genres de travail. A cet effet elle reçoit, dans le même puisard, soit une élinde avec chaine à godets, soit un tuyau d'aspiration pour draguer par succion.

(1) Les travaux du port de Montevideo ont été confiés à un consortium d'entrepreneurs français.

La drague, travaillant avec des godets, peut draguer à des profondeurs variant de 4 à 10 mètres au-dessous du niveau de l'eau, sans qu'il soit nécessaire de changer l'attache supérieure de l'élinde, et de 10 à 13 mètres, en fixant l'extrémité supérieure de l'élinde dans des appuis spéciaux disposés dans les contre-fiches.

D'après contrat, elle devait draguer au moins 500 mètres cubes à l'heure, à une profondeur de 8 mètres.

La drague est disposée de façon à pouvoir décharger les produits du dragage, soit :

1° Dans un puits de 800 mètres cubes ménagé dans sa coque, qu'elle peut aller vider elle-même au large;

2° Dans des chalands placés latéralement, ayant à l'état lège les bords de leurs puits à 2 mètres du bord de la drague, et à 3 mètres au-dessus du plan d'eau.

La drague travaillant par succion peut aspirer à des profondeurs variant de 4 à 10 mètres. Dans ces conditions, et aspirant à une profondeur de 8 mètres, elle devait pouvoir remplir son puits en quarante minutes.

Quand son puits est rempli de déblais et que ses approvisionnements sont au complet, c'est-à-dire comportent 50 tonnes de charbon dans les soutes et 5 tonnes d'eau dans les caisses, son tirant d'eau est de 4m 25

Digitized by Google

et sa vitesse peut atteindre 8,2 nœuds, avec une consommation de charbon maximum de 0kg 95 par cheval indiqué et par heure.

Les conditions imposées étaient 7 nœuds et 1 kilogr. de charbon.

Cette drague a été construite conformément aux règlements et sous la surveillance du Bureau Veritas, qui l'a rangée dans la première classe. Elle s'est rendue de Rotterdam à Montevideo par ses propres moyens.

Détails de construction. — *Coque.* — La coque (fig. 1 à 6, pl. IV), forme marine, est complètement en acier doux Martin Siemens; ses dimensions principales sont les suivantes :

Longueur	mètres.	75
Largeur		12,50
Creux		5,25
Capacité du puits à déblais, 800 mètres cubes, soit 1 280 tonnes.		
Longueur du puits à déblais	mètres.	15,25
Largeur du puits à déblais, en haut		10,30
Largeur du puits à déblais, en bas		7,00

Il y a six cabines; l'ingénieur, le chef dragueur, le mécanicien en chef en ont chacun une, deux autres sont occupées par les aides, la sixième sert de salle à manger. Il y a deux postes pour l'équipage, avec des couchettes à double étage pour dix hommes, une cuisine, un premier magasin pour conserver les provisions de bouche, et enfin un deuxième magasin renfermant des pièces de rechange, outils, etc.

Machines et chaudières. — Les machines et chaudières suivantes sont installées à bord de la drague :

Deux machines motrices pour la chaîne dragueuse, pour les pompes centrifuges à déblais et pour la commande des hélices;

Deux chaudières pour alimenter les machines susdites;

Une machine auxiliaire pour la dynamo;

Une machine pour commander directement une pompe centrifuge fonctionnant comme pompe de circulation. Cette dernière peut aspirer également en dehors de la cale;

Deux pompes Worthington alimentant les chaudières.

Les deux machines motrices sont verticales, du système compound avec condensation par surface. Leur puissance totale est de 1000 chevaux indiqués. Elles sont placées dans le milieu de la longueur (fig. 1 et 3, pl. IV).

Les deux chaudières, du type marine, sont tubulaires, à foyers intérieurs et à retour de flamme. Elles ont ensemble une surface de chauffe de 320 mètres carrés et sont timbrées à 8 kilogr. Elles sont construites en acier doux de qualité supérieure et sont placées à l'avant du bâtiment.

Les treuils à vapeur employés pour les différentes manœuvres sont les suivants :

Un treuil pour la manœuvre de l'élinde;
Un treuil amarré sur la chaîne d'avant;
Deux treuils de papillonnage à l'avant;
Un treuil amarré sur la chaîne arrière;
Un treuil pour la manœuvre des couloirs des clapets.

Appareil dragueur. — La charpente, qui porte le tourteau supérieur et la transmission, est démontable au-dessus du pont. Les montants d'avant se prolongent le long des parois du puits contre lesquelles ils sont fixés; les montants d'arrière reposent sur le pont. Au-dessous de ces montants et sous le pont, règne une forte poutre sur toute la largeur de la coque; cette poutre repose sur deux pieds formant corps avec les varangues.

La hauteur de la charpente est de 16m 25 à partir de la quille.

L'élinde, en tôles et cornières, est constituée par des poutres pleines; elle a une longueur de 27 mètres, et permet à la drague de travailler de 4 à 10 mètres de profondeur sans déplacer l'arbre de suspension.

Le tourteau supérieur est à quatre pans et en fonte blanche d'une seule pièce.

Le tourteau inférieur est à six pans, en acier coulé, d'une seule pièce.

Les godets, au nombre de 32, ont une capacité de 0m3 800; le fond, les joues et les lèvres sont en acier coulé, et le reste en tôle d'acier. Ils ont une forme évasée de façon à assurer le décollement facile de la charge.

La chaîne à godets est constituée par des maillons alternativement mâles et femelles. Les maillons mâles sont en acier coulé, affectant en section la forme d'un double T. Les axes sont munis de bagues d'usure en acier manganésé, facilement remplaçables: ils sont en acier manganésé et leurs têtes sont carrées, de façon à les empêcher de tourner.

La vitesse de la chaîne correspond au passage de 16 godets par minute.

Appareil de succion. — Les pompes centrifuges sont construites en tôles et cornières d'acier, avec plaques d'usure intérieures en acier. Les disques de ces pompes sont à quatre branches, avec tôles d'usure, facilement remplaçables; la moitié supérieure de chaque corps de pompe peut être enlevée, de façon à faciliter l'inspection et les réparations. Leur vitesse maximum est de 150 tours à la minute.

Le tuyau d'aspiration est de longueur suffisante pour qu'on puisse aspirer à 10 mètres de profondeur. Quand la chaîne à godets est équipée, ce tuyau se trouve relevé au-dessus de la ligne d'eau. Le relevage du tuyau suceur se fait au moyen d'un des treuils de papillonnage.

Le tuyau de refoulement des pompes à succion est de section rectangulaire, il est placé dans l'axe du puits sur presque toute sa longueur. Il est muni de clapets à charnières placés au-dessus de chacun des compartiments du puits, de façon qu'on puisse alimenter à volonté chacun d'eux.

Transmission de mouvement. — Cette transmission est disposée de façon que les machines puissent :

1° Actionner chacune une hélice ;
2° Actionner séparément la chaîne à godets ;
3° Actionner chacune une pompe à succion ;
4° Actionner, l'une une pompe à succion, et l'autre les deux hélices ou inversement.

Chaque machine commande directement sa propre hélice et sa pompe suceuse. Si une machine doit commander les deux hélices, une de celles-ci est commandée par engrenages. La chaîne à godets est commandée par l'une ou l'autre des machines, au moyen d'engrenages en acier coulé (fig. 1 et 2, pl. IV). On a interposé dans la transmission

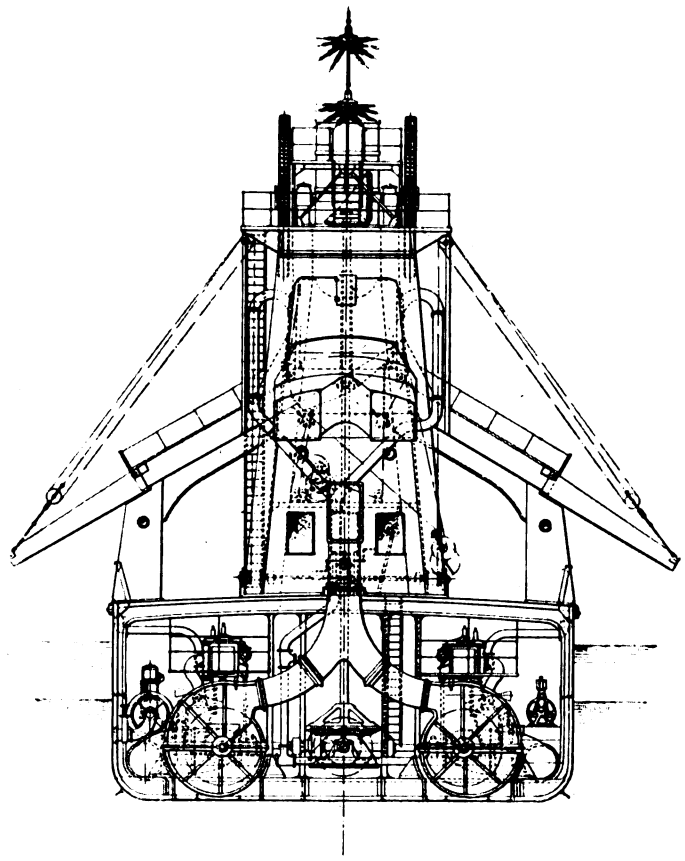


Fig. 2. — Coupe devant les pompes à déblais.

des cônes de friction qui glissent l'un sur l'autre, en cas de résistance excessive de la chaîne, et préviennent ainsi sa rupture.

Les arbres des hélices et ceux des pompes étant en prolongement de l'arbre moteur, la connexion est faite au moyen d'un accouplement à dents, qu'il suffit de débrayer quand la machine doit commander la chaîne.

Sur toute la largeur du navire règne une passerelle de manœuvre sur laquelle sont placés le servo-moteur du gouvernail, la boussole et un télégraphe, allant à la chambre des machines. Le navire est gréé d'un mât de misaine servant uniquement à faire les signaux.

Deux chaloupes tout équipées sont suspendues à quatre daviers et reposent sur des supports disposés au-dessus du pont, de façon à ne pas gêner la circulation.

Sur l'avant et l'arrière sont disposés les grues et daviers nécessaires au service des ancres. Enfin, une grue à vapeur de 3 tonnes, installée sur le pont, sert aux divers chargements et déchargements, et facilite le démontage de la chaîne à godets.

Éclairage. — Dans la chambre des machines est placée une dynamo actionnée par une machine à vapeur spéciale. Elle alimente trois lampes à arc de 1 000 bougies chacune, et toutes les lampes à incandescence nécessaires à l'éclairage des divers locaux et aux feux de position.

Digitized by Google

Des essais faits pendant quinze jours sur la Meuse, en présence de la Commission réceptionnaire, ont donné les résultats suivants :

	Conditions du contrat. — Par heure.	Résultats aux essais. — Par heure.
Cube enlevé par dragage. . . mètres cubes.	500	650
Cube enlevé par succion . . . —	1 200	1 800
Vitesse de navigation . . . . . nœuds.	7	8,2
Consommation de charbon par cheval et par heure. . . . . kilogr.	1	0,95

Une deuxième drague, semblable à la première, mais qui ne comporte pas d'appareil de succion, a été également construite pour la même entreprise et par la même maison. Toutes deux sont arrivées dans de bonnes conditions à Montevideo, après un voyage de 32 jours. Elles étaient entièrement montées, même les godets qui étaient restés en place, et elles ont pu être mises en service presque immédiatement après leur arrivée.

Ch. DANTIN.

MÉCANIQUE

ÉQUILIBRAGE DES MACHINES

L'équilibrage des machines, c'est-à-dire le choix des dispositions à adopter pour réduire au minimum les trépidations des moteurs et, dans le cas des machines marines, les vibrations de coque qui en résultent, présente un intérêt de plus en plus grand pour les appareils moteurs des navires, à mesure qu'augmentent les puissances de ces appareils et les allures adoptées.

La question a été tout particulièrement étudiée, en Angleterre, où le calage résultant de la méthode Yarrow, Schlick et Tweedy est couramment appliqué. Parmi les mémoires présentés à ce sujet, nous citerons particulièrement ceux de M. Dalby, présentés à l'Institution des Naval Architects, en mars 1899 (1) et en mars 1901 (2), et ceux de M. Otto Schlick, en avril 1900 (3).

En France, la méthode consistant à équilibrer la machine, en vue des trépidations, par un calage convenable des manivelles, semble avoir été appliquée pour la première fois sur la *Lorraine* et la *Savoie* (4); nous rappellerons, à ce sujet, le mémoire présenté par M. Pinczon à l'Association technique maritime, en 1898.

Nous nous proposons, dans la présente étude, d'indiquer la méthode qui nous a paru la plus avantageuse pour étudier l'équilibrage d'une machine, soit qu'il s'agisse de déterminer les valeurs des résultantes d'inertie ou des couples résultants, pour une machine dont tous les éléments sont connus, soit qu'au contraire il s'agisse de déterminer certains de ces éléments, pour réduire au minimum l'influence des forces d'inertie.

Nous examinerons, successivement, le cas des pièces animées d'un mouvement de rotation et le cas des pièces animées d'un mouvement alternatif, et nous négligerons, tout d'abord, l'influence de l'obliquité des bielles.

PIÈCES ANIMÉES D'UN MOUVEMENT DE ROTATION. — Soit M (fig. 1) une masse tournant avec une vitesse angulaire ω autour d'un axe AB, à une distance r de cet axe.

La force d'inertie est une force F, dirigée suivant la perpendiculaire OM à l'axe et ayant pour valeur :

$$\frac{p\omega^2 r}{g}$$ (p étant le poids de cette masse).

Par rapport à un plan de comparaison P, cette force est définie par un segment $O_1 F_1$, égal et parallèle à MF et par le moment de MF par rapport au plan, moment que nous pouvons représenter suivant la convention connue par un segment $O_1 C_1$, égal à :

$$\frac{p\omega^2 r}{g} \times d$$ (d étant la distance de la force au plan).

$O_1 C_1$ est perpendiculaire à $O_1 F_1$ et est dirigé de telle façon que, pour un observateur ayant les pieds en O_1 et la tête en C_1, le sens de rotation dû à la force F soit le sens inverse des aiguilles d'une montre.

A toute force telle que MF correspondront un segment $O_1 E_1$, représentant en grandeur et en direction la force d'inertie, et un segment tel que $O_1 C_1$, représentant le moment et l'orientation du couple dû à la force d'inertie.

Pour un nombre quelconque de masses, telles que M, tournant autour de l'axe AB, l'effet résultant total sera donné par :

Le segment OR, résultant de la somme géométrique de tous les segments tels que $O_1 F_1$ et représentant l'intensité et la direction de la résultante totale;

(1) *Engineering*, t. I, 1899.
(2) *Engineering*, t. I, 1901.
(3) *Engineering*, t. I, 1900.
(4) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 3, p. 33.

Le segment OQ, résultant de la somme géométrique de tous les segments tels que $O_1 C_1$ et représentant le moment et le sens du couple résultant.

Les segments tels que $O_1 C_1$ qui représentent les moments des couples peuvent être tous tournés de 90 degrés et dirigés parallèlement à $O_1 F_1$ en $O_1 C_1'$; rien ne sera changé pour la composition de ces segments entre eux. Le seul point à observer, dans le cas où les forces telles que MF ne se trouvent pas toutes du même côté du plan de comparaison, est de diriger parallèlement aux forces F et dans le même sens tous les segments $O_1 C_1'$, correspondant à des masses situées d'un côté déterminé du plan de comparaison, parallèlement aux forces F; et dans le sens opposé à celui de ces forces, tous les segments correspondant à des masses situées de l'autre côté du plan de comparaison.

Si l'on veut équilibrer, au moyen de contrepoids spéciaux, disposés sur l'arbre, un ensemble de masses M, il suffira de déterminer les

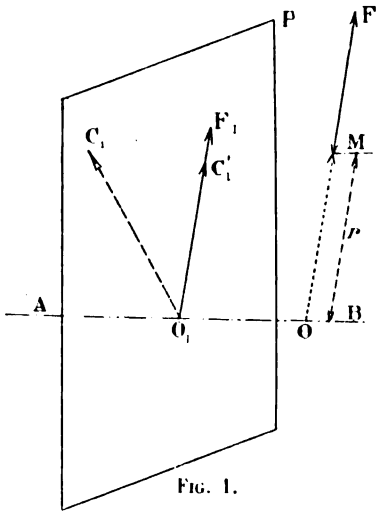


FIG. 1.

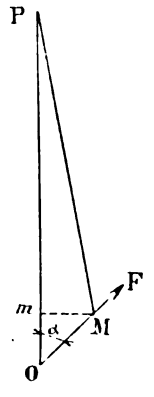


FIG. 2.

segments résultants OR et OQ correspondant à ces masses, et de disposer sur l'arbre des contrepoids de position, d'orientation et de poids convenablement choisis, de façon à annuler les segments résultants OR et OQ. Le problème se ramène à de simples compositions et décompositions de segments.

Si l'on cherche un équilibrage naturel des masses M, on déterminera le calage des manivelles et, s'il y a lieu, les positions sur l'arbre de ces manivelles et les valeurs des masses, de façon à fermer sur eux-mêmes le polygone des forces telles que $O_1 F_1$ et le polygone des couples tels que $O_1 C_1$.

PIÈCES ANIMÉES D'UN MOUVEMENT ALTERNATIF. — On peut, d'autre part, considérer le cas d'une masse conduite par un système de bielle et manivelle, et négliger l'influence de l'obliquité de la bielle.

Le mouvement du pied de bielle P (fig. 2) est alors identique à celui de la projection m sur OP de la soie de manivelle M et l'accélération est la projection sur OP de l'accélération centrifuge du point M.

La force d'inertie, pour une masse de poids p, placée en P, sera donc égale à $\frac{p\omega^2 r}{g} \cos \alpha$, α étant l'angle de OM et de OP; elle est représentée par la projection sur la direction OP de la force F_1 ou du segment $O_1 F_1$ considéré précédemment, correspondant à une masse identique placée en M.

Le moment, par rapport au plan de comparaison P, sera représenté de même par la projection sur la direction OP du segment $O_1 C_1'$, qui correspondrait également à une masse identique placée en M.

Si nous considérons une série de masses analogues, correspondant, pour une même direction OP, à des manivelles de position, d'orientation et de longueur quelconques sur l'arbre, l'effet résultant des forces d'inertie sera donné, pour une position quelconque de l'arbre, par la somme des projections des segments tels que $O_1 F_1$ (résultante verticale d'inertie) et par la somme des projections des segments tels que $O_1 C_1'$ (couple résultant d'inertie).

Les sommes précédentes ne sont autre chose que les projections des résultantes OR et OQ obtenues par addition des segments $O_1 F_1$ ou $O_1 C_1'$, correspondant aux mêmes masses supposées placées sur les soies des manivelles.

Le problème de l'équilibrage, pour des masses animées d'un mouvement alternatif, est donc, en négligeant l'obliquité des bielles, *identique* au problème de l'équilibrage pour des masses animées d'un mouvement de rotation uniforme, et supposées concentrées sur les axes des soies des manivelles correspondantes.

CONDITIONS D'ÉQUILIBRAGE D'UNE MACHINE. — Pour réaliser d'une façon complète les conditions d'équilibrage d'une machine, on procédera de la manière suivante :

On équilibrera séparément les masses animées d'un mouvement de rotation et les masses animées d'un mouvement alternatif.

Digitized by Google

En équilibrant les masses animées d'un mouvement de rotation, on annulera les effets d'inertie, dans le plan horizontal passant par l'axe de l'arbre, et, en même temps, les effets d'inertie, dans le plan vertical, résultant des masses considérées.

En équilibrant les masses animées d'un mouvement alternatif, on annulera les effets d'inertie, dans le plan vertical, des masses non considérées dans le premier cas.

Les conditions d'équilibrage, dans le premier cas, sont que le polygone des forces et le polygone des moments pour toutes les forces telles que $F = \frac{p\omega^2 r}{g}$ soient fermés sur eux-mêmes.

Dans le second cas, on supposera les masses à mouvement alternatif concentrées sur les soies des manivelles, et on devra obtenir pour le polygone des forces et le polygone des moments, tracés comme précédemment, des polygones également fermés sur eux-mêmes.

Si l'on cherche à traduire, analytiquement, les conditions d'équilibrage d'une machine, on obtient, pour l'un quelconque des deux groupes de masses à équilibrer entre elles (masses animées d'un mouvement de rotation ou masses animées d'un mouvement alternatif) :

Deux équations pour exprimer que la résultante des forces d'inertie est nulle ;

Deux équations pour exprimer que le moment résultant des forces d'inertie est nul.

Il en résulte que, d'une façon générale, en considérant seulement l'équilibrage des pistons, par exemple, quatre des éléments de la machine (angles de calage, distances des axes des cylindres entre eux, poids des pièces mobiles), se déduisent des autres, choisis arbitrairement.

Dans la plupart des cas, la simple considération des polygones des forces et des polygones des moments permet de résoudre très simplement le problème de l'équilibrage.

Nous distinguerons, dans chaque cas, l'*équilibrage naturel*, obtenu par un groupement convenable des cylindres et un calage convenable des manivelles et l'*équilibrage par addition de contrepoids*.

Nous considérerons seulement l'équilibrage par rapport aux forces agissant dans le plan vertical passant par l'arbre.

Dans ces conditions, nous supposerons concentrées sur les soies des manivelles les masses animées d'un mouvement de rotation et les masses correspondant à un mouvement alternatif.

Machine a deux manivelles. — *Équilibrage naturel.* — Prenons les moments par rapport à un plan passant par M_2 (fig. 3). Le moment de la masse en M_1 doit être nul ; M_1 et M_2 doivent donc être dans un même plan transversal.

Pour que la force résultante soit nulle, les masses doivent être calées à 180 degrés et de même valeur (ou inversement proportionnelles aux courses, dans le cas où les deux manivelles n'ont pas le même rayon).

Il n'y a donc d'équilibrage naturel possible, pour une machine à deux manivelles, que si les deux manivelles sont dans le même plan transversal et calées à 180 degrés.

Équilibrage par contrepoids. — En raisonnant comme précédemment, on voit de suite que pour équilibrer la machine, il faudra disposer à l'opposé de chacune des manivelles un contrepoids ayant un moment, par rapport à l'axe, égal au moment de la masse fictive placée sur

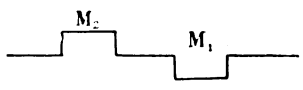


Fig. 3.

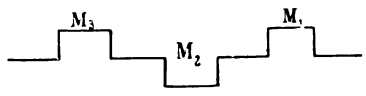


Fig. 4.

l'axe de la soie et dont le poids serait égal au poids de tout l'équipage mobile correspondant, ce qui revient à dire que chaque équipage mobile doit être équilibré *séparément*, au moyen de contrepoids placés à l'opposé des bras de manivelles.

Machine a trois manivelles. — *Équilibrage naturel.* — Prenons les moments par rapport à un plan transversal passant par M_2 (fig. 4). La somme des moments des masses M_1 et M_3 doit être nulle ; si les manivelles M_1 et M_3 ne sont pas dans le plan transversal passant par M_2, elles doivent avoir la même orientation.

Pour que la force résultante soit nulle, il faut d'abord que M_2 soit directement opposée aux deux autres manivelles.

Il n'y a donc d'équilibrage naturel possible, pour une machine à trois manivelles, que si les trois manivelles sont dans le même plan passant par l'axe, la manivelle milieu à l'opposé des deux autres. Il faut, en outre, que les masses en $M_1 M_2 M_3$ soient entre elles dans le rapport correspondant à la composition des forces parallèles pour les distances respectives des axes des cylindres.

Une autre solution de l'équilibrage est donnée par trois manivelles dans le même plan transversal (calées suivant des angles correspondant à la composition des forces concourantes).

Équilibrage par contrepoids. — La position du contrepoids suivant la longueur de l'arbre est indifférente pour l'équilibrage des réactions verticales ; pour l'équilibrage des couples d'inertie, un contrepoids donné produira d'autant plus d'effet qu'il sera placé plus près des extrémités de la machine. Nous chercherons à équilibrer la machine au moyen de contrepoids placés sur les manivelles extrêmes A et C, de façon à réduire autant que possible les poids supplémentaires nécessaires pour l'équilibrage.

Prenons les moments, par rapport à l'axe du cylindre extrême C (fig. 5 et 6). Le polygone des moments (fig. 7) se réduit aux deux segments OA, AB. On a :

$$OA = \frac{\omega^2 r}{g} p_1 \times d_1, \qquad AB = \frac{\omega^2 r}{g} p_2 \times d_2.$$

Pour le fermer, il faut un segment BO, qui représente, par sa direction, l'orientation du contrepoids Q à disposer à l'opposé des bras

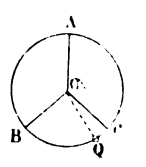


Fig. 5.

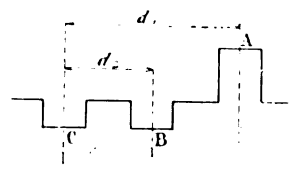


Fig. 6.

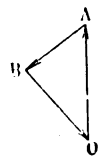


Fig. 7.

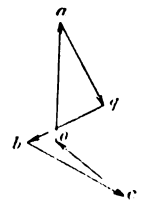


Fig. 8.

de manivelle du cylindre A ; et, par sa grandeur, le moment de la force d'inertie correspondante par rapport au plan transversal C.

Traçons maintenant le polygone des forces suivant *oaqbc* ; nous obtenons (fig. 8) :

$$oa = \frac{\omega^2 r}{g} p_1, \qquad qb = \frac{\omega^2 r}{g} p_2,$$

$$aq = \frac{\omega^2 r}{g} p_3, \qquad bc = \frac{\omega^2 r}{g} p_3.$$

Nous fermons ce polygone par le segment *co* qui nous donne, par sa direction, l'orientation du contrepoids à disposer à l'opposé des bras de manivelle du cylindre c et, par sa grandeur, la valeur de la force d'inertie correspondante.

On déterminerait également ce segment *co* en grandeur et direction, en prenant, comme précédemment, les moments par rapport à l'axe du cylindre extrême A.

Dans les graphiques précédents, on peut évidemment remplacer les segments représentant les forces d'inertie ou leurs moments par ceux représentant les poids mêmes en mouvement ou leurs moments.

Dans le cas où il serait tenu compte des effets dus aux tiroirs et à leurs organes de commande, les poids correspondant à ces pièces devraient être réduits dans le rapport $\frac{\rho}{r}$ du rayon d'excentricité ρ au rayon r de manivelle.

Le polygone des moments OAB montre que le segment BO et, par suite, la valeur du contrepoids, sera d'autant plus faible que l'angle OAB sera plus petit ; il y aura, d'autre part, intérêt à disposer au centre l'équipage mobile le plus lourd. La disposition la plus avantageuse sera donc de mettre : au centre, le cylindre B. P., aux extrémités, les cylindres H. P. et M. P. en calant leurs manivelles à 90 degrés, la manivelle B. P. étant dans la direction opposée à la bissectrice des deux autres.

Il peut arriver que les considérations d'encombrement rendent difficile l'équilibrage de la machine au moyen de contrepoids disposés seulement sur les deux manivelles extrêmes : il pourra y avoir intérêt dans ce cas à équilibrer partiellement les poids de l'équilibrage du cylindre milieu, au moyen de contrepoids disposés à l'opposé de la manivelle correspondante. On obtiendra une autre solution de l'équilibrage dans laquelle les poids ajoutés aux manivelles extrêmes seront moindres que dans le cas précédent, mais le total des poids ajoutés à la machine pour l'équilibrage sera augmenté.

Machine a quatre manivelles. — Un calage fréquemment adopté, pour les machines à quatre manivelles, consiste à disposer les quatre manivelles à 90 degrés l'une de l'autre. Nous considérerons d'abord l'équilibrage dans ce cas particulier.

Pour que le polygone des forces se ferme sur lui-même, il faut que ce polygone soit un rectangle : les côtés opposés sont égaux, c'est-à-dire que les masses correspondant aux manivelles calées à 180 degrés doivent être égales.

Cette condition est suffisante et l'on équilibrera, complètement, au point de vue des réactions horizontales et des réactions verticales, une machine à quatre cylindres :

1° En donnant les mêmes poids aux équipages des bras, soies de manivelles et têtes de bielles calées à 180 degrés ;

2° En donnant les mêmes poids aux équipages de pistons, tiges et pieds de bielles, correspondant aux manivelles calées à 180 degrés.

Digitized by Google

Traçons le polygone des moments OA'B'C' en prenant comme plan de comparaison, le plan transversal passant par M_4 (fig. 9, 10 et 11).

On a :

$$OA = \frac{\omega^2 r}{g} p_1, \qquad OA' = \frac{\omega^2 r}{g} p_1 \times d_1,$$

$$AB = \frac{\omega^2 r}{g} p_2, \qquad A'B' = \frac{\omega^2 r}{g} p_2 \times d_2,$$

$$BC = \frac{\omega^2 r}{g} p_3, \qquad B'C' = \frac{\omega^2 r}{g} p_3 \times d_3.$$

$$CO = \frac{\omega^2 r}{g} p_4.$$

Le polygone des moments se réduit à trois côtés : il ne peut se fermer que si A'B' est nul, et que si OA' = B'C'. Il faut donc que les

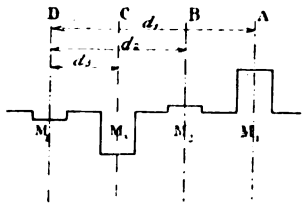


Fig. 9.

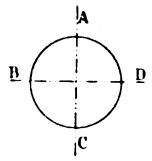


Fig. 10.

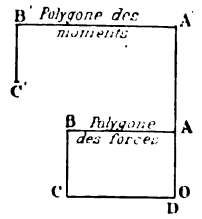


Fig. 11.

manivelles calées à 180 degrés soient dans un même plan transversal, et à l'opposé l'une de l'autre.

Dès lors, on voit que, ***pratiquement, le calage à 90 degrés des manivelles est incompatible avec l'équilibrage naturel de la machine.***

Il est curieux de noter que c'est le seul calage qui exclut l'équilibrage naturel complet, puisque c'est le seul incompatible avec la construction du polygone des moments à trois côtés indiqué ci-dessus.

Supposons les résultantes verticales d'inertie annulées par l'égalisation du poids des équipages de piston correspondant aux manivelles à 180 degrés, et cherchons à réduire au minimum le moment du couple d'inertie (fig. 12, 13 et 14).

Pour que le moment du couple d'inertie, c'est-à-dire OC', soit minimum, il faut réduire au minimum A'C' et égaliser, autant que possible, OA' et B'C', c'est-à-dire réduire au minimum la distance des axes des cylindres correspondant aux manivelles à 180 degrés.

On devra donc séparer les cylindres en deux groupes, pour chacun

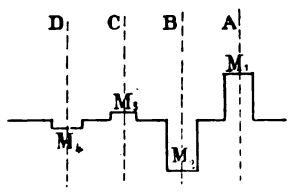


Fig. 12.

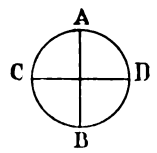


Fig. 13.

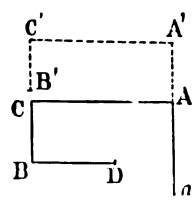


Fig. 14.

desquels les manivelles seront calées à 180 degrés l'une de l'autre, et rapprochées autant que possible, les boîtes à tiroirs étant, par suite, rejetées en dehors. La distance des deux groupes entre eux est d'ailleurs sans intérêt, si les équipages mobiles sont du même poids.

Supposons que, pour une machine à manivelles calées à 90 degrés, la considération du couple d'inertie prime celle de la résultante verticale d'inertie. Il pourra, dans ce cas, y avoir intérêt à adopter des poids inégaux pour les équipages mobiles correspondant aux manivelles à 180 degrés.

La résultante verticale d'inertie n'étant plus nulle, la valeur du couple résultant dépend du choix du plan de comparaison.

Une force verticale, passant par le centre de la machine, tend à soulever la machine parallèlement à elle-même, sans produire sur la coque de « couple de tangage ». Nous devons prendre, par suite, pour plan de comparaison, un plan passant par le centre de gravité des pièces de la machine, ou simplement par le milieu de la machine.

Soient P le plan de comparaison (fig. 15 et 16), OACBD le polygone des forces, OA'B'C'D' le polygone des moments (fig. 17).

On a :

$$OA = \frac{\omega^2 r}{g} p_1, \qquad OA' = \frac{\omega^2 r}{g} p_1 d_1,$$

$$AC = \frac{\omega^2 r}{g} p_3, \qquad A'C' = \frac{\omega^2 r}{g} p_3 d_3,$$

$$CB = \frac{\omega^2 r}{g} p_2, \qquad C'B' = \frac{\omega^2 r}{g} p_2 d_2,$$

$$BD = \frac{\omega^2 r}{g} p_4. \qquad B'D' = \frac{\omega^2 r}{g} p_4 d_4.$$

La résultante OD' sera nulle si :

$$OA' = C'B', \qquad A'C' = B'D',$$

c'est-à-dire si les poids des équipages A et B, d'une part, C et D, d'autre part, sont inversement proportionnels à leurs distances à l'axe de la machine.

S'il y a inégalité entre les poids des équipages mobiles, on devra, pour

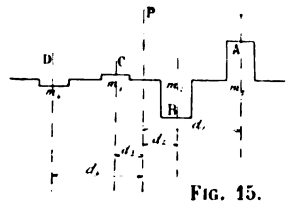


Fig. 15.

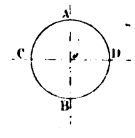


Fig. 16.

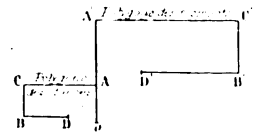


Fig. 17.

réduire le moment du couple d'inertie, mettre au centre les cylindres correspondant aux poids les plus lourds.

On pourrait annuler le couple dû aux forces d'inertie, en choisissant convenablement les poids des équipages mobiles. Mais en conservant le calage des manivelles à 90 degrés, la machine ne pourrait pas, comme nous l'avons vu précédemment, être équilibrée en même temps au point de vue de la résultante verticale d'inertie.

Si l'on veut pousser plus avant l'étude de l'équilibrage d'une machine à quatre manivelles calées à 90 degrés, il est essentiel de faire des hypothèses sur les importances relatives, au point de vue des vibrations de la coque, des résultantes verticales d'inertie, et des moments des couples d'inertie.

Avant tout, nous devons considérer comme parfaitement rigide l'ensemble des bâtis et de la plaque de fondation.

C'est à cette condition seulement que les compositions de forces et de couples faisant la base de l'étude de l'équilibrage de la machine ont une signification.

Une résultante verticale d'inertie R, passant par le centre de gravité de la machine, tend à soulever la machine verticalement et exerce sur la coque, à chacune des extrémités de la plaque de fondation un effort $\frac{R}{2}$.

Un couple résultant des forces d'inertie, de moment Q par rapport à un plan passant par le centre de gravité de la machine, que nous supposons sur la verticale passant par le milieu de la plaque de fondation, tend à faire « tanguer » la machine autour de son centre de gravité et exerce sur la coque, à chacune des extrémités de la plaque de fondation, un effort égal à $\frac{Q}{L}$, L étant la longueur de la plaque.

Si nous considérons chacune des moitiés de la coque, sur l'avant et sur l'arrière de la plaque de fondation, immédiatement après l'attache de cette plaque, comme formant une poutre élastique susceptible de vibrer indépendamment de l'autre moitié, l'importance des réactions verticales d'inertie sera représentée par le maximum de $\frac{R}{2}$, et l'importance des couples dus aux forces d'inertie sera représentée par le maximum de $\frac{Q}{L}$.

Le meilleur équilibrage de la machine sera celui qui réduira au minimum la plus grande des quantités $\frac{R}{2}$ et $\frac{Q}{L}$.

Si, au contraire, nous considérons la coque comme parfaitement rigide sur une longueur égale à n fois la longueur de la plaque de fon-

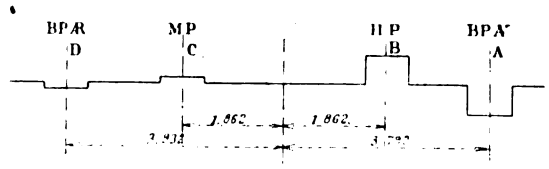


Fig. 18.

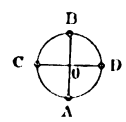


Fig. 19.

dation et susceptible de vibrer de chaque côté de cette plaque, seulement à partir d'une distance du centre de gravité de la machine égale à $n \times \frac{L}{2}$, l'importance des réactions verticales d'inertie sera toujours représentée par le maximum de $\frac{R}{2}$, mais l'importance des couples dus aux forces d'inertie ne sera plus représentée que par $\frac{Q}{nL}$.

Prenons, par exemple, le cas d'une machine à quatre manivelles pour laquelle les poids des équipages mobiles et les distances des axes des cylindres sont conformes aux chiffres du tableau I, et des figures 18 et 19 ; supposons que l'importance relative des réactions verticales et des couples d'inertie soit représentée par $\frac{R}{2}$ et $\frac{Q}{L}$, L étant égal à 10 mètres.

Digitized by Google

TABLEAU I.

DÉSIGNATION des MANIVELLES	DÉSIGNATION des CYLINDRES	POIDS des ÉQUIPAGES	$\frac{\omega^2 r}{g}$	$\frac{\omega^2 r}{g} \times p$	d	$\frac{\omega^2 r}{g} \times p \times d$
		kilogr.			mètres	
A	BP AV	3 900	9,169	35 763	3,792	135 631
B	HP	4 100	9,169	37 597	1,862	70 024,5
C	MP	4 500	9,169	41 265	— 1,862	— 76 856,1
D	BP AR	3 900	9,169	35 763	— 3,932	— 140 638

Ce tableau correspond à une machine dont les dimensions sont les suivantes :

Diamètre du cylindre à haute pression . . .	mètres.	1,06
— à moyenne pression	—	1,54
— des cylindres à basse pression . .	—	1,76
Course.	—	1,05
Nombre de tours		130
Puissance	chevaux.	9 500

Avec les poids des équipages mobiles tels qu'ils sont indiqués dans le tableau, les valeurs de R et de Q données par les polygones des forces et des moments sont :

$$R = 5\,800, \qquad Q = 91\,730,$$

$$\frac{R}{2} = 2\,900, \qquad \frac{Q}{L} = 9\,173.$$

On voit, de suite, sur les polygones des forces et des moments (fig. 20 et 21), qu'une augmentation de poids des équipages H. P. et M. P.

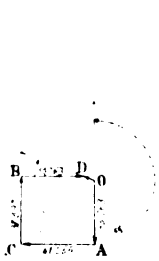


FIG. 20.

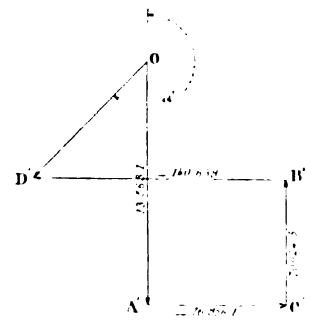


FIG. 21.

LÉGENDE : Les segments ont pour longueur les valeurs $\frac{\omega^2 r}{g} p$ et $\frac{\omega^2 r}{g} pd$, respectivement pour le polygone des forces et celui des moments. On a :

$OD = 5\,800$; $\alpha = 287°30$; $OD' = 9\,173$; $\alpha' = 224°$.

permettra de diminuer la valeur de $\frac{Q}{L}$ aux dépens de la valeur de $\frac{R}{2}$, qui sera augmentée. Avec les hypothèses admises pour l'importance relative des résultantes verticales d'inertie et des couples d'inertie, il y aura intérêt à augmenter les poids des équipages H. P. et M. P.

On déterminerait facilement, par approximations successives, les poids les plus avantageux à adopter pour égaliser les valeurs de $\frac{R}{2}$ et $\frac{Q}{L}$.

En réalité, en raison de la grande influence de l'obliquité des bielles, l'étude ne peut être faite exactement qu'en tenant compte de cette obliquité comme il sera indiqué plus loin.

Les figures 20 à 23 donnent les graphiques à effectuer pour déterminer, en négligeant l'influence de l'obliquité des bielles, la résultante

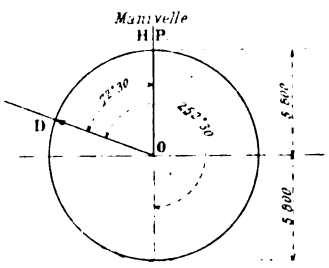


FIG. 22.

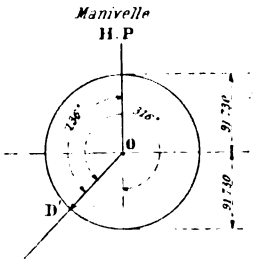


FIG. 23.

LÉGENDE :				
Résultantes verticales maxima.	Valeurs. . . . . kilogr.	5 800	— 5 800
	Position correspondante de la manivelle H. P..	72°30	252°30
Couples d'inertie maxima.	Valeurs . . . . . kilogr.-m.	91,730	— 91,730
	Position correspondante de la manivelle H. P..	136°	316°

verticale d'inertie et le moment du couple d'inertie vertical correspondant aux équipages des pistons, pour une machinerie à quatre manivelles calées à 90 degrés. La résultante verticale d'inertie est donnée à chaque instant par la projection, sur la verticale, du rayon OD faisant avec le rayon de manivelle H. P. un angle constant de 72° 30'. Le moment du couple d'inertie résultant est donné à chaque instant par la projection, sur la verticale, du rayon OD' faisant avec le rayon de manivelle H. P. un angle constant de 136 degrés.

Une épure identique donnerait pour les poids animés d'un mouvement de rotation la direction de la force d'inertie résultante ainsi que celle du couple résultant.

(A suivre.)

H. BRILLIÉ,
Ingénieur de la Marine,
Ingénieur à la Société des Chantiers et Ateliers de Saint-Nazaire (Penhoet).

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

LA SOUDURE AUTOGÈNE DES MÉTAUX

Soudure au chalumeau oxyacétylénique.

GÉNÉRALITÉS. — La soudure autogène des métaux est une des questions qui méritent d'attirer le plus vivement l'attention des constructeurs. Ses applications sont innombrables, et ce procédé paraît appelé à prendre, dans l'industrie métallurgique, une importance de plus en plus grande, à mesure que l'on arrivera plus facilement à la production des hautes températures par des procédés simples et économiques.

On pourrait, à la rigueur, considérer comme rentrant dans cette nature de travail, le soudage du fer à la forge. Mais cette opération nécessite le chauffage préalable des pièces sur une assez grande étendue, et ensuite un martelage très énergique, conditions inapplicables dans un grand nombre de cas, en raison, soit des déformations qui peuvent en résulter, soit de la forme ou des dimensions des pièces sur lesquelles on opère.

L'étude que nous allons faire s'applique aux divers procédés, relativement récents, ayant pour objet d'obtenir la soudure de deux pièces métalliques en les juxtaposant simplement et portant leurs bords en contact à la température de fusion du métal, de telle façon qu'elles ne forment plus qu'une même pièce après refroidissement. Ces procédés présentent, en outre, le grand avantage de permettre au besoin l'apport, par fusion, d'un peu de métal étranger de même nature.

Le plomb est le premier métal dont on ait réalisé industriellement la soudure autogène, au moyen de la chaleur développée par un jet d'hydrogène brûlant dans l'air. Ce gaz était produit par la réaction bien connue de l'acide chlorhydrique sur le zinc. Ce procédé a été employé par Desbassyns de Richemond, et son matériel se composait de trois organes principaux : un appareil à production intermittente de l'hydrogène (briquet à hydrogène), une soufflerie à pied et un chalumeau.

Mais la température ainsi obtenue, supérieure au point de fusion du plomb (330 degrés), était bien inférieure à celles qui sont nécessaires pour la soudure autogène de la plupart des métaux usuels, notamment du cuivre rouge (1 050 à 1 200 degrés), de l'acier (1 300 à 1 400 degrés) et du fer (1 500 à 1 600 degrés), sans parler du platine (2 500 degrés). La soudure autogène de ces divers métaux n'a été effectuée, jusqu'à ces dernières années, qu'à l'aide de deux procédés : ceux de l'arc électrique et du chalumeau oxhydrique, auxquels il faut en ajouter un troisième plus récent, celui du chalumeau oxyacétylénique.

Nous ne parlerons pas ici du procédé d'aluminothermie (1), malgré les très remarquables résultats qu'il permet d'obtenir : les applications qu'on en a faites sont encore assez restreintes ; elles ont surtout consisté, jusqu'ici, en des soudures locales exécutées sur des pièces d'épaisseurs assez fortes (raboutages de tubes épais, jonction de fers profilés, de rails, etc.).

La soudure autogène électrique est réalisée avec succès depuis plusieurs années dans l'industrie, et la plupart des procédés imaginés dans cet ordre d'idées ont déjà été décrits dans le *Génie Civil* (2).

Grâce aux hautes températures auxquelles on peut ainsi atteindre, le soudage électrique a donné, dans un très grand nombre d'applications, des résultats excellents, et l'on peut même affirmer qu'il constitue la vraie solution dans certains cas particuliers. Cependant, ce procédé ne peut pas se généraliser autant qu'on pourrait le désirer, à cause de l'importance et du prix du matériel à mettre en œuvre et de l'impossibilité de transporter ce matériel partout où il en serait besoin ; il est

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 25, p. 444.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXI, n° 9, p. 152, et t. XXVII, n° 25, p. 400.

Digitized by Google

d'ailleurs difficile d'appliquer le soudage électrique à des opérations de natures très variées, à cause des difficultés qu'entraînent le réglage exact de la température et les manipulations des appareils. Ces considérations ne sont pas de nature à arrêter les grands établissements, qui ne reculent pas devant les frais considérables de l'achat d'un matériel puissant, mais elles rendent ce procédé encore peu accessible à beaucoup d'industries que la question de soudage autogène intéresse pourtant au plus haut point.

De nombreuses usines réalisent la soudure autogène des métaux au moyen du chalumeau oxhydrique. Dans ce cas, l'installation est beaucoup plus simple que pour la soudure électrique, le matériel bien moins coûteux, et d'un maniement plus facile. Ce matériel se compose en général, outre le chalumeau, de deux récipients en acier où les deux gaz (obtenus ordinairement par électrolyse de l'eau), ont été comprimés séparément sous très forte pression (120 à 150 kilogr. par centimètre carré). Chacun des récipients est muni d'un détendeur permettant de régler l'écoulement du gaz qu'il renferme.

Ce réglage, pour lequel on n'a d'autre guide que l'aspect de la flamme du chalumeau, est un des points délicats du procédé et demande une très grande habitude, car la flamme de l'hydrogène est fort peu éclairante. On risque donc, suivant qu'elle contient un excès d'hydrogène ou d'oxygène, d'avoir une flamme réductrice ou oxydante. Comme ce dernier cas serait de beaucoup le plus fâcheux au point de vue du travail, on admet généralement l'oxygène et l'hydrogène dans la proportion de 1 volume d'oxygène pour 4 volumes d'hydrogène, tandis que la proportion théorique en volumes est, comme on le sait, de 1 à 2.

Il est difficile d'indiquer d'une façon précise les températures obtenues au moyen du chalumeau oxhydrique. Il y a quarante ans, M. Sainte-Claire Deville chercha à déterminer la température de combustion du mélange ($H^2 + O$), en coulant brusquement, dans un bain d'eau froide, du platine maintenu longtemps en fusion au moyen du chalumeau oxhydrique et en notant l'échauffement du liquide; il fut ainsi conduit au chiffre de 2500 degrés environ. Après lui, Bunsen eut l'idée d'effectuer cette mesure au moyen des pressions développées par la détonation du mélange en vase clos et obtint des chiffres assez voisins du précédent. Dans des expériences plus récentes, MM. Mallard et Le Chatelier ont évalué à 3300 degrés environ la température du mélange tonnant (1). Mais il ne faut pas oublier qu'il s'agit ici de résultats obtenus en évitant, autant que possible, les pertes de chaleur au moment de la combustion du mélange et que, dans la pratique, la température à laquelle est porté le métal dont on fait le soudage autogène, est bien inférieure à ces chiffres, car les pertes par rayonnement et par conductibilité de la pièce sont toujours très considérables ; de plus, la proportion d'hydrogène admise dans la flamme du chalumeau est, comme on l'a vu, bien supérieure à la proportion théorique. De fait, le chalumeau oxhydrique est souvent presque impuissant à réaliser la soudure de pièces d'acier un peu importantes ou, s'il permet de l'effectuer, ce n'est qu'au prix d'une dépense de gaz excessive.

Bien que le chalumeau oxhydrique ne permette pas d'atteindre des températures aussi élevées que celle de l'arc électrique, la très grande simplicité de l'installation et des manipulations le fait souvent préférer à ce dernier procédé. Cependant, l'obligation où l'on s'est trouvé, jusqu'ici, d'employer l'hydrogène et l'oxygène comprimés dans des tubes très résistants, et par suite très lourds, constitue un grave inconvénient, surtout lorsqu'on doit employer ces tubes en un lieu assez éloigné de l'usine électrolytique. En effet, les tubes représentent un poids mort considérable par rapport à celui du gaz emmagasiné (environ 10 fois le poids de l'oxygène et 150 fois celui de l'hydrogène), et cet inconvénient est d'autant plus grave que les Compagnies de chemins de fer appliquent au transport de ces récipients chargés de gaz le tarif des matières explosives, soit 30 centimes par tonne-kilomètre.

Il nous reste à parler d'un procédé relativement récent et qui, tout en permettant d'arriver à des températures comparables à celles de l'arc électrique, possède toute la simplicité et la facilité d'emploi du chalumeau oxhydrique et procure, sur ce dernier, une économie considérable. C'est le procédé de soudure autogène par le *chalumeau oxyacétylénique*.

SOUDURE AU CHALUMEAU OXYACÉTYLÉNIQUE. — L'acétylène possède un pouvoir calorifique très considérable, et bien supérieur, à volume égal, à celui de l'hydrogène. Alors que la combustion de 1 mètre cube d'hydrogène dégage 3100 calories environ, celle de 1 mètre cube d'acétylène en dégage plus de 14500. On doit donc pouvoir, avec le chalumeau oxyacétylénique, chauffer beaucoup plus rapidement et atteindre des températures incomparablement plus élevées qu'avec le chalumeau oxhydrique. C'est ce que prouvent, en effet, les nombreuses expériences que nous avons pu faire ou auxquelles nous avons assisté, soit dans les ateliers de la Compagnie universelle d'Acétylène qui construit des appareils spéciaux en vue de cette application, soit chez divers constructeurs de Paris, chez lesquels ces appareils ont déjà été installés. Nous citerons, par exemple, les essais suivants.

(1) *Annales des Mines*, 6e livraison 1883, page 527.

Chaque série d'essais a été faite sur des pièces identiques le même jour et par des ouvriers également bien exercés, l'un au procédé oxhydrique, l'autre au procédé oxyacétylénique.

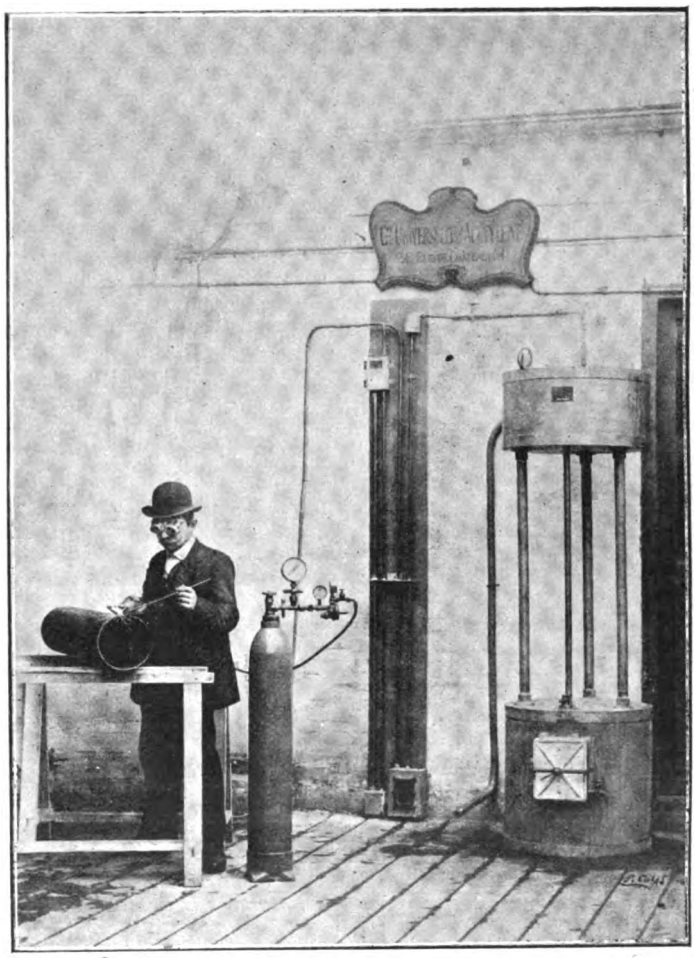
Première série d'essais. — Nature du travail : soudures de brides sur tubulures d'acier.

a) *Chalumeau oxhydrique.* — Pour chaque opération, on a consommé :

De 900 à 1132 litres d'hydrogène à 4 fr. valant . .	Fr.	3,60 à	4,528
De 260 à 280 — d'oxygène à 5 fr. —		1,30 à	1,40
	Fr.	4,90 à	5,928

b) *Chalumeau oxyacétylénique.* — Pour chaque opération, on a consommé

De 92 à 100 litres d'acétylène à 1 fr. 50 valant. . .	Fr.	0,138 à	0,15
De 165 à 178 — d'oxygène à 5 fr. —		0,825 à	0,890
	Fr.	0,963 à	1,040



Installation pour la soudure au chalumeau oxyacétylénique.

Deuxième série d'essais. — Nature du travail : soudure de deux tubulures d'acier à angle droit.

a) *Chalumeau oxhydrique.* — Pour chaque opération, on a consommé :

De 655 à 700 litres d'hydrogène à 4 fr. valant.	Fr.	2,62 à	2,80
De 160 à 170 — d'oxygène à 5 fr. —		0,80 à	0,85
	Fr.	3,42 à	3,65

b) *Chalumeau oxyacétylénique.* — Pour chaque opération, on a consommé :

De 50 à 53 litres d'acétylène à 1 fr. 50 valant . . .	Fr.	0,045 à	0,0795
De 90 à 96 — d'oxygène à 5 fr. —		0,45 à	0,480
	Fr.	0,495 à	0,5595

A cette économie considérable réalisée sur le prix du gaz employé vient encore s'ajouter celle qu'on obtient sur la main-d'œuvre, car le même travail exige, en général, un temps deux fois à deux fois et demie plus grand avec le chalumeau oxhydrique qu'avec le chalumeau oxyacétylénique.

Le prix de 1 fr. 50, que nous avons indiqué comme prix du mètre cube d'acétylène, suppose que cet hydrocarbure est obtenu à l'état gazeux en faisant réagir directement, dans un appareil approprié, l'eau sur le carbure de calcium et sans que ce gaz ait subi de compressions ou de manipulations préalables, ce qui est le cas des appareils dont nous venons de parler.

La figure ci-dessus représente un spécimen d'installation de soudage au moyen de ces appareils.

Digitized by Google

Les deux gaz, oxygène et acétylène, sont amenés, par deux tubulures distinctes, au chalumeau que tient l'ouvrier soudeur.

L'oxygène, dans le cas représenté par la figure, est fourni par un tube à forte pression muni d'un manomètre et d'un détendeur : il pourrait, d'ailleurs, tout aussi bien être produit sur place par un procédé quelconque, car il n'a besoin d'être envoyé au chalumeau que sous une pression relativement faible.

L'installation d'acétylène comprend l'appareil producteur et l'appareil de sûreté ou interrupteur. L'appareil producteur, situé sur la droite de la figure, est constitué par deux réservoirs superposés, réunis par plusieurs tubulures. Le réservoir supérieur est le bassin d'alimentation d'eau ; celle-ci est, de préférence, amenée automatiquement par un robinet à flotteur branché sur une prise d'eau en charge. Dans le réservoir inférieur est disposé le générateur, fermé par une plaque autoclave, et qui renferme le carbure de calcium. Le gaz est produit, à mesure des besoins, par écoulement d'eau dans le générateur, où l'attaque du carbure se fait méthodiquement et par fractions successives.

En sortant de l'appareil producteur, l'acétylène traverse un interrupteur, représenté sur la figure, à gauche de l'appareil, et qui a pour objet de rendre impossible toute rentrée d'oxygène dans l'appareil à acétylène. Il est, en effet, on le conçoit, absolument nécessaire d'y éviter toute possibilité de formation d'un mélange détonant aussi explosif.

Les inconvénients résultant de l'emploi des tubes à haute pression sont ici très atténués. Prenons, en effet, comme exemple, les expériences que nous venons de citer. On voit que, pour un même résultat, les volumes d'oxygène employés respectivement dans les chalumeaux oxhydrique et oxyacétylénique ont été dans des rapports variant à peu près de $\frac{1,6}{1}$ à $\frac{1,8}{1}$. Si nous admettons que, dans le chalumeau oxhydrique, on dépense 4 volumes d'hydrogène pour 1 volume d'oxygène, on trouve facilement que, dans le cas considéré, les volumes de gaz employés en tubes à haute pression ont été, par l'emploi du procédé oxyacétylénique, réduits d'environ 8 à 9 fois.

Nota. — Les chiffres que nous venons de citer pourront peut-être, à première vue, sembler excessifs. Or, un calcul très simple, basé sur ce que 1 mètre cube d'hydrogène dégage 3 100 calories, et 1 mètre cube d'acétylène en dégage 14 700, montre que la théorie est bien ici d'accord avec la pratique. Cherchons à quel prix reviendraient 1 000 calories dégagées par la combustion, soit du mélange oxhydrique, soit du mélange oxyacétylénique.

Dans le premier cas, en pratique, on introduit dans le chalumeau 4 volumes d'hydrogène pour 1 volume d'oxygène, soit, pour 1 mètre cube d'hydrogène, 250 litres d'oxygène.

Nous admettrons, d'autre part, pour prix du mètre cube de ces deux gaz, les chiffres moyens 4 et 5 francs.

Or, 1 mètre cube cube d'hydrogène dégage, en brûlant, 3 100 calories, mais comme il n'y a que 500 litres d'hydrogène qui se combinent, en réalité, aux 250 litres d'oxygène, la combustion du mélange considéré ne donnera que $\frac{3\,100}{2} = 1\,550$ calories, dont il faut retrancher la quantité de chaleur nécessaire pour porter les 500 litres d'hydrogène restant et la vapeur d'eau résultant de leur combustion dans l'air à la température du reste de la flamme.

Admettons que cette quantité soit compensée par le surplus de chaleur développée par la combustion de cet hydrogène dans l'air.

Ces 1 550 calories coûteront :

1 000 litres à 4 francs le mètre cube	Fr.	4 »
250 — à 5 —		1,25
	Fr.	5,25

Et les 1 000 calories coûteront : $\frac{5,25}{1,55} =$ . . . . . Fr. 3,38

Calculons maintenant à combien reviendraient les 1 000 calories produites par le mélange oxyacétylénique, sachant que la combustion de 1 mètre cube d'acétylène, dont on peut considérer le prix moyen comme égal à 1 fr. 50, dégage 14 700 calories, et que les proportions relatives au volume des deux gaz sont, pratiquement, de 1 d'acétylène pour 1,8 d'oxygène.

Les 14 700 calories en question coûteront :

1 000 litres d'acétylène à 1 fr. 50 le mètre cube, soit.	Fr.	1,50
1 800 — d'oxygène à 5 fr. — . . .		9 »
	Fr.	10,50

Et les 1 000 calories coûteront : $\frac{10,50}{14,7} =$ . . . . . Fr. 0,714

On voit que ce calcul élémentaire donne des résultats tout à fait conformes à ceux qui sont réalisés dans la pratique.

Nous venons de montrer que le chalumeau oxyacétylénique est d'un emploi beaucoup plus économique, comme consommation de gaz et comme main-d'œuvre, que le chalumeau oxhydrique. Sa flamme, très éclairante (tandis que celle de l'hydrogène est très pâle), permet un réglage très facile et peut être rendue oxydante, neutre, ou réductrice à volonté. Enfin, il permet d'obtenir des températures bien plus élevées que le chalumeau oxhydrique. Nous ne chercherons, pas plus que pour le mélange oxhydrique, à déterminer cette température avec une précision que ne comporte guère la complexité des phénomènes accompagnant la combustion (refroidissement, dissociation, vapeur d'eau non condensée, etc.). Rappelons simplement que M. Le Chatelier (1) a évalué cette température à plus de 4 000 degrés, et faisons remarquer que, dans la pratique, la fusion de tous les métaux usuels est obtenue presque instantanément au moyen du chalumeau oxyacétylénique brûlant à l'air libre.

Au point de vue de la qualité, les soudures oxyacétyléniques présentent des garanties au moins égales à celles des soudures électriques et oxhydriques. La résistance à la rupture par traction des soudures de pièces d'acier doux exécutées au chalumeau oxyacétylénique a souvent atteint et parfois dépassé 35 kilogr. par millimètre carré : il semble difficile, on en conviendra, de demander davantage à un métal simplement coulé et qui n'a subi, après fusion, aucune opération métallurgique telle que martelage, recuit, etc. Les essais de pliage et de choc, auxquels ont été soumises des pièces soudées par ce procédé, ont également donné des résultats satisfaisants.

André Binet,
Ancien élève de l'École Polytechnique.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LA NOUVELLE LOI SUR LA MARINE MARCHANDE

La loi de 1902 sur la marine marchande vient à peine d'entrer en vigueur, que déjà son influence s'est fait sentir sur l'industrie des constructions navales. Malheureusement, si la loi de 1902 était bonne dans son esprit, certaine clause restrictive pourrait annuler tout le bien qu'on devait en attendre.

La prospérité de la navigation maritime présente un intérêt puissant, car la marine marchande a été et restera le véritable moyen d'expansion coloniale, et l'on sait qu'aujourd'hui toutes les grandes nations européennes ont orienté leur politique extérieure vers le développement intensif de leur empire colonial.

Or il est incontestable que notre marine marchande traverse une période de crise, de décroissance, qui était digne d'appeler l'attention des pouvoirs publics.

Avant d'aborder l'exposé de la nouvelle loi et l'examen de ses conséquences, nous allons résumer sommairement l'histoire de notre marine marchande au cours du siècle dernier.

Historique. — A la fin du XVIIIe siècle, une protection puissante avait été accordée à notre marine marchande par l'*Acte de navigation de 1793*, qui interdisait la francisation de navires étrangers et prohibait l'accès de marchandises étrangères dans nos ports sous pavillon étranger.

Une première atteinte à ce régime de protection outrancière fut portée en 1816 : l'importation sous pavillon étranger fut autorisée, mais un droit de douane supplémentaire fut établi sur les marchandises importées ; c'est ce qu'on appelle la *surtaxe de pavillon*.

En 1822, le *pavillon d'origine*, c'est-à-dire le pavillon couvrant une marchandise originaire du même pays, fut assimilé au pavillon français et exempté de la surtaxe de pavillon, seul le *pavillon tiers* y restait soumis.

Jusqu'en 1860, le monopole accordé à la construction française par l'interdiction de la francisation devait rester intact ; mais à cette date, afin de stimuler nos chantiers par la concurrence, le *droit de francisation* fut accordé aux navires anglais moyennant un droit de douane de 60 francs par tonneau de jauge : ce droit constituait encore une mesure de protection très efficace pour notre construction nationale, mais permettait à la concurrence des chantiers anglais de venir stimuler notre propre industrie. En 1861 et 1862, des conventions analogues furent passées avec les États-Unis et le Canada.

Malgré ces atteintes successives portées au régime de la protection absolue, on pouvait considérer celle-ci comme très suffisante ; la situation de notre marine marchande était d'ailleurs prospère. Ce fut sans doute cette prospérité qui fit illusion au gouvernement impérial ; les tendances libre-échangistes de l'Empire s'affirmèrent nettement en 1866 par la suppression du droit de douane de 60 francs imposé aux navires anglais francisés, et son remplacement par un simple *droit de statistique* de 2 francs par tonneau. En 1869, poursuivant l'abolition de tous les anciens droits protecteurs, le gouvernement supprimait la surtaxe de pavillon.

Les conséquences de ces nouvelles mesures furent funestes à notre marine marchande et, en 1870, une Commission fut nommée pour faire une enquête sur la situation, mais les travaux furent interrompus par la guerre.

En 1872, à l'instigation de M. Thiers, le gouvernement rétablit la surtaxe de pavillon, mais devant les représailles qui menacèrent immédiatement notre pavillon, on dut supprimer à nouveau la surtaxe.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CXXI, p. 1147.

Digitized by Google

En 1873, une grande Commission fut chargée d'ouvrir une enquête sur les moyens propres à relever notre marine marchande et, pour la première fois, le système des *primes à la navigation* fut proposé comme étant le meilleur remède. Malgré l'urgence que présentait la solution, ce ne fut qu'en 1881 que la loi sur la marine marchande fut votée par le Parlement. Avant d'en rappeler les principales dispositions, nous présentons, dans le tableau suivant, quelques chiffres qui permettent de se rendre compte du préjudice causé à notre marine par le régime de la libre concurrence, alors que la *protection partielle* avait eu les plus heureux effets :

MOYENNE ANNUELLE DES TRANSPORTS DANS LES PORTS FRANÇAIS (ENTRÉES ET SORTIES RÉUNIES).

PÉRIODES	Par pavillon français	Par pavillon étranger	TOTAL	Part de pavillon français	Part de pavillon étranger
	tonneaux	tonneaux	tonneaux	%	%
Régime de la protection :					
1825-1834	464 300	1 008 500	1 472 800	31,5	68,5
1835-1844	801 200	1 704 500	2 505 700	31,9	68,1
1845-1854	1 138 300	2 308 200	3 446 500	33	67
1855-1864	2 254 900	3 990 300	6 245 200	36	64
1865 et 1866	2 849 000	5 263 000	8 112 000	35	65
Régime de la libre concurrence :					
1867-1876	3 133 800	7 363 600	10 497 400	29	71
1876-1880	3 991 200	10 863 500	14 854 700	26	74

LOI DE 1881. — La loi de 1881 vint donner à notre marine marchande une impulsion nouvelle; malheureusement, la durée de la loi, qui n'était que de dix années, était trop courte pour que ses effets fussent très sensibles, et, plusieurs années avant l'expiration, les armateurs, craignant son non-renouvellement, ralentirent leurs commandes de navires.

Rappelons brièvement les principales dispositions de la loi de 1881.

Pour compenser les charges qui pesaient sur la construction navale, en raison des droits de douane sur les matières premières, on accordait aux constructeurs une prime de 60 francs par tonneau de jauge brute; quant à l'armement, il recevait une prime annuelle de 1 fr. 50 par tonneau de jauge nette. Un des dispositifs les plus heureux de la loi consistait à accorder aux navires francisés la moitié de la prime accordée aux navires de construction française.

En 1891, cette loi venait à expiration; mais, la question n'ayant point été suffisamment étudiée par le Parlement, on la prorogea de deux ans à titre provisoire.

LOI DE 1893. — En 1893, une nouvelle loi fut votée : la *prime à la construction* était portée de 60 à 90 francs par tonneau; la *prime à l'armement* était fixée à 1 fr. 10 par tonneau de jauge brute, ce qu'on considérait comme équivalent à la prime de 1 fr. 50 par tonneau de jauge nette. Pour les voiliers, la prime était portée à 1 fr. 70. Il était stipulé que les navires francisés n'auraient droit à aucune prime. C'était accorder à la construction française un monopole presque absolu.

Les conséquences de la nouvelle loi allèrent à l'encontre des intentions du législateur : notre marine à voiles, stimulée par l'appât d'une prime élevée, se développa avec une merveilleuse rapidité; quant à la marine à vapeur, elle subit un arrêt presque complet dans son développement.

Pour permettre de juger des résultats des lois de 1881 et 1893, nous donnons dans le tableau ci-dessous les statistiques du tonnage de vapeurs français employés à la navigation de commerce :

TONNAGE DES VAPEURS, D'APRÈS LA STATISTIQUE DES DOUANES.

1880.	258 700 tonneaux.	1898.	456 000 tonneaux.
1885.	465 000 —	1899.	472 000 —
1890.	462 000 —	1900.	490 000 —
1895.	447 000 —		

Ainsi, sous l'influence de la loi de 1881, le tonnage de nos vapeurs s'accroît rapidement, mais la durée de la loi étant trop courte, nous voyons, en 1890, cet essor s'arrêter et le déclin commencer; au lendemain de la loi de 1893, le déclin est manifeste.

Au contraire, à la suite de l'enquête extraparlementaire de 1897, dont nous parlerons plus loin, et en prévision de la nouvelle loi, dont les dispositions essentielles étaient arrêtées dès 1898, nous voyons notre marine à vapeur prendre un certain essor.

On a dit, ou plutôt les constructeurs ont dit, que le rétablissement de la demi-prime aux navires étrangers était le décret de mort de nos chantiers nationaux. Il est facile de démontrer que cette opinion est tout au moins exagérée, en consultant les statistiques relatives à l'accroissement de notre flotte.

Voici quelques chiffres à cet égard :

PÉRIODES	MOYENNE ANNUELLE DU TONNAGE DE VAPEUR	
	CONSTRUITS EN FRANCE	ACQUIS A L'ÉTRANGER
1881-1886	23 680 tonneaux.	28 025 tonneaux.
1887-1892	12 640 —	15 240 —
1893-1900	8 635 —	21 930 —

Ce tableau montre les heureux effets de la loi de 1887. L'influence de cette loi s'est fait sentir pendant une période d'environ cinq ans, alors que la loi de 1893 a causé un préjudice considérable à notre construction nationale, en dépit du monopole qu'elle lui accordait.

Au point de vue du commerce sous pavillon national, l'influence de la loi de 1893 n'a pas été moins néfaste, ainsi qu'on peut en juger par les chiffres suivants :

MOUVEMENT TOTAL DES PORTS FRANÇAIS (ENTRÉES ET SORTIES RÉUNIES).

ANNÉES	MOUVEMENT TOTAL	PART DU PAVILLON FRANÇAIS	
		TONNEAUX	SOIT %
	tonneaux		
1880	16 897 000	4 514 000	27
1885	18 282 000	5 702 000	34
1890	19 269 000	6 212 000	32
1895	19 203 000	4 644 000	24
1898	23 208 000	5 246 000	22,5
1899	25 210 000	5 402 000	22
1900	27 782 000	5 538 000	20

La part de notre pavillon national qui passait, sous l'influence de la loi de 1881, de 27 % à 34 %, retombait à 24 % dès 1895 et n'était donc plus que de 20 % en 1900. Il y avait là une situation de nature à préoccuper tous ceux qui considèrent, avec juste raison, que la marine d'un pays est un de ses instruments de richesse les plus puissants. La comparaison de notre marine avec celle des autres nations était désastreuse pour la nôtre. Quelques chiffres l'indiquent surabondamment :

NATIONS	ANNÉES	VOILIERS	VAPEURS
		tonneaux	tonneaux
Allemagne	1886	830 000	453 000
	1899	587 000	1 150 000
Italie	1886	801 000	144 000
	1899	558 000	314 000
Angleterre	1886	3 360 000	3 961 000
	1899	2 225 000	6 912 000
France	1886	492 800	500 000
	1900	310 000	490 000

Ainsi, pendant que, chez nos rivaux, la flotte de voiliers allait en diminuant d'importance, mais que leur marine à vapeur prenait un développement énorme, nous constatons l'inverse chez nous : notre flotte à voiles s'accroissait, alors que le tonnage de nos vapeurs diminuait. C'est là surtout qu'est sensible l'influence de la loi de 1893. Il est incontestable que la marine de l'avenir est la marine à vapeur; et, sans nier que les voiliers rendent de grands services, surtout pour certaines marchandises de valeur minime, on peut dire qu'à l'heure actuelle il est absolument inutile de développer outre mesure notre marine à voiles.

En faveur de la marine à voiles, on a dit souvent qu'elle constituait la meilleure école pour nos marins. Le fait est exact, mais il ne faut non plus oublier que nos navires de guerre ont plus besoin de mécaniciens que de gabiers, et nous ne croyons pas que, sur les voiliers, il se soit jamais formé un mécanicien de la flotte.

Nous venons d'exposer les régimes successifs sous lesquels s'est trouvée notre marine marchande au cours du siècle dernier, et nous avons constaté qu'elle ne pouvait se développer qu'à l'abri de lois protectrices. Nous devons nous demander pour quelles causes il en est ainsi.

CAUSES DE DÉCADENCE DE NOTRE MARINE. — En première ligne, nous trouvons le coût des navires, plus élevé chez nous que chez nos voisins. La majoration atteint couramment 40 et 50 % et a souvent dépassé 60 %. Cette majoration provient en partie de droits de douane imposés à certaines matières premières que nos constructeurs sont

Digitized by Google

obligés d'importer d'Angleterre. Elle provient aussi de ce que nos chantiers ne sont pas spécialisés dans des fabrications déterminées. Nous voyons en Angleterre certains ateliers ne construire que des cargo-boats, d'autres des paquebots à marche rapide, d'autres enfin des navires de faible tonnage, remorqueurs, chaloupes, etc. Cette spécialisation est excellente, et les ouvriers anglais acquièrent ainsi une habileté professionnelle à laquelle les nôtres ne peuvent prétendre, puisque successivement ils seront occupés à des navires de guerre ou à des remorqueurs, à des cargo-boats ou à des voiliers. On s'explique ainsi que le rendement de l'ouvrier français soit moindre que celui de son camarade d'Outre-Manche.

D'autre part, les chantiers anglais construisent d'une façon continue, même sans commandes, car ils sont assurés de trouver toujours le placement de leurs navires. En France nous n'avons pas ce courant de travail, et nos chantiers ne peuvent accepter un trop grand nombre de commandes à la fois, dans la crainte de ne pouvoir ensuite utiliser leur personnel ouvrier, une fois les commandes livrées. Ainsi s'explique la longueur des durées de livraison qu'on a si souvent reprochée à nos constructeurs.

Voilà pour la construction ; examinons les charges qui incombent à l'armement. La plus lourde est celle de l'*inscription maritime*. On sait que les navires battant pavillon français sont tenus d'avoir un équipage composé au moins pour les trois quarts de marins français, inscrits maritimes. En outre, le Code de commerce impose l'obligation aux armateurs de conserver leurs équipages au complet pendant les escales, de rapatrier tout marin qui, pour un motif plausible, est obligé de rentrer en France, de payer les frais de maladie et de pourvoir au rapatriement de tout marin tombé malade en pays étranger. Ce sont là des charges très lourdes, si on les compare à ce qui se passe dans les autres marines.

Les navires anglais, par exemple, ne comprennent en général dans leur équipage que l'état-major et quelques marins de nationalité anglaise ; le surplus est recruté aux principales escales et relâché souvent à l'escale suivante ; donc point de frais d'équipage pendant la durée des escales, point de frais de maladie ou de rapatriement ; en outre, le salaire des marins ainsi recrutés est incomparablement moins élevé que celui des marins anglais. Enfin, il faut tenir compte de l'obligation imposée par le Code de commerce de faire effectuer les grosses réparations en France, sous peine de voir le navire perdre le bénéfice de sa nationalité. Cette obligation constitue une charge assez lourde pour l'armateur français.

Ayant examiné les charges qui pèsent sur la construction et sur l'armement, voyons si, par compensation, nos navires trouvent dans nos ports un fret rémunérateur, et quelles sont les concurrences qu'ils ont à subir.

La situation géographique de la France à l'occident du continent européen semblait la désigner pour être l'intermédiaire naturel du commerce entre l'Europe et le Nouveau-Monde. Il est malheureusement un facteur qui bouleverse cette conception, c'est la question des transports par voie de terre. On sait combien sont plus onéreux les transports par voie ferrée, et on comprend que les marchandises du centre de l'Europe ont intérêt à gagner le port le plus proche plutôt que de traverser toute la France pour aller s'embarquer au Havre ou à Bordeaux. Cette question de tarifs de chemins de fer est, d'ailleurs, capitale, et plusieurs membres de la Commission extraparlementaire de 1897 y ont insisté ; entre autres choses, ils ont signalé cette anomalie que les produits de nos usines de l'Est et même du Nord avaient avantage à aller s'embarquer à Anvers plutôt qu'au Havre, en raison des tarifs trop élevés de nos chemins de fer. Il y a certainement là une question sur laquelle il faudra revenir, et la création de tarifs réduits d'exportation serait assurément de nature à attirer dans nos ports une fraction importante des marchandises qui vont aujourd'hui s'embarquer à Anvers.

A côté du transport par voie ferrée, il convient de placer le transport par canaux. On sait qu'un immense projet est actuellement à l'étude pour doter la France de tout un nouveau réseau de voies navigables. La réalisation de ce projet aura, sans nul doute, d'heureux effets pour notre commerce extérieur, et l'exemple de l'Allemagne, où les canaux constituent en quelque sorte des drains vers les ports, le démontre surabondamment.

Enfin, il n'est pas jusqu'à la nature même des marchandises que nous exportons, qui ne soit préjudiciable à notre marine marchande. Nos objets d'exportation sont des marchandises peu pondéreuses, des vins, objets manufacturés, articles de Paris, articles de luxe, et de telles marchandises ne paient pas un fret en rapport avec leur valeur. Au contraire, nos voisins exportent des marchandises pondéreuses, minerais, fers, fontes, charbons, etc., dont la taxation se fait au poids et qui, pour un même volume, paient plus cher que nos articles d'exportation.

Quant à la concurrence de la navigation étrangère, il faut remarquer que nos ports sont situés sur la route des steamers qui, partis de Hambourg, Anvers, Southampton, etc., naviguent vers l'Amérique ou les mers d'Orient. Les navires partant de ces ports ont déjà un chargement qui leur paie les dépenses de navigation, car c'est un chargement *en lourd;* il leur reste une très grande place disponible et ils peuvent ainsi, dans nos ports, enlever à nos armateurs une partie du fret d'exportation; ils offriront aux chargeurs des conditions très avantageuses, puisque tout le fret supplémentaire qu'ils viendront cueillir dans nos ports constituera un bénéfice. Nos armateurs, au contraire, ne peuvent songer à faire de même, car ils ne sauraient faire remonter leurs steamers en Angleterre, à Anvers ou à Hambourg; ils sont forcés de constituer leur cargaison avec les seuls produits d'exportation partant de nos ports.

Telles sont les causes principales qui ont provoqué la déchéance de notre marine marchande, et que le législateur s'est efforcé de combattre en accordant des primes à la navigation et à la construction. Nous avons dit qu'à cet égard les dispositions de la loi de 1881 étaient excellentes, et que, sans la trop faible durée fixée par la loi, les résultats eussent été encore plus satisfaisants. La loi de 1893 a eu, au contraire, une influence malheureuse. Nous allons voir que celle de 1902 rappelle, dans son ensemble, les dispositions de la loi de 1881.

Loi de 1902. — L'article premier stipule que seuls les armateurs français sont susceptibles de bénéficier de la nouvelle loi.

Vapeurs de construction étrangère. — L'article 2 rétablit, sous le nom de *compensation d'armement*, l'ancienne demi-prime que la loi de 1881 accordait aux navires francisés; toutefois le mode de fixation paraît plus équitable. La compensation d'armement, comme son titre l'indique très justement, représente, pour les armateurs français, une légitime compensation des charges supplémentaires qu'entraînent pour eux les stipulations du Code de commerce relatives à l'inscription maritime. Cette compensation est fixée par jour d'armement administratif et par tonneau de jauge brute totale; il est, du reste, expressément stipulé que l'armement administratif ne compte que pendant le temps où le rôle de l'équipage est complet : cette disposition a pour objet d'empêcher l'armateur de faire figurer le navire comme étant en état d'armement, en maintenant seulement à bord un capitaine et un mousse. D'autre part, le nombre de jours d'armement administratif donnant lieu à la perception de la compensation est limité à 300 jours par an.

La valeur de la prime allouée est basée sur le barème suivant, par jour :

5 centimes	par tonneau	jusqu'à	2000 tonneaux;
4 —	par chaque tonneau,	de 2000 à	3000 tonneaux;
3 —	—	de 3000 à	4000 —
2 —	—	au-dessus de	4000 tonneaux.

Quant aux steamers de plus de 7000 tonneaux, la compensation d'armement est la même que celle d'un steamer de 7000 tonneaux. La raison de la dégression de la prime avec l'accroissement du tonnage est facile à saisir; elle tient compte de ce que les dépenses ne croissent pas proportionnellement au tonnage. De plus, comme il n'y a pas intérêt pour notre marine à posséder des cargo-boats de plus de 7000 tonneaux, on comprend que la loi n'accorde aux steamers d'un plus fort tonnage que la prime allouée à ceux de 7000 tonneaux.

On remarquera que la loi n'accorde aucune prime aux voiliers construits à l'étranger.

Navires de construction française. — L'article 3 fixe la *prime de navigation*, qui est réservée aux navires de *construction française* et naviguant sous *pavillon français*. Elle est basée à la fois sur le tonnage et sur le parcours des navires.

Pour la navigation au long cours et pour les vapeurs, le taux de la prime initiale est de 1 fr. 70 pour 1000 milles parcourus et par tonneau de jauge brute totale. Cette prime initiale décroît de 4 centimes par an pendant la première période de quatre ans, de 8 centimes pendant la deuxième période de quatre ans et de 16 centimes pendant la troisième période de quatre ans.

Toutefois, pour les vapeurs jaugeant plus de 3000 tonneaux bruts, le taux de la prime initiale est diminué de 1 centime par 100 tonneaux ou fraction de 100 tonneaux au-dessus de 3000 tonneaux, sans que le taux de la première année puisse descendre au-dessous de 1 fr. 50. La prime pour les vapeurs de plus 7000 tonneaux sera celle à laquelle aurait droit un vapeur de 7000 tonneaux. Nous retrouvons encore ici une dégression de la prime avec l'accroissement du tonnage.

Pour les voiliers, le taux de la prime initiale reste fixé à 1 fr. 70 tant que le tonnage sera inférieur à 600 tonneaux; cette prime sera diminuée de 10 centimes par 100 tonneaux ou fraction de 100 tonneaux au-dessus de 600; pour les voiliers d'un tonnage supérieur à 1000 tonneaux, la prime sera celle à laquelle aurait droit un navire de 1000 tonneaux. Cette nouvelle disposition aura pour résultat de ralentir, sinon d'arrêter complètement la construction des voiliers long-courriers, dont la loi de 1893 avait favorisé le développement d'une façon exagérée. Mais on peut considérer qu'à l'heure actuelle, notre marine marchande possède une flotte de voiliers très suffisante; la nouvelle loi ne lui portera donc aucun préjudice. Par contre, la construction des petits voiliers reste favorisée et c'est de toute justice, car ce sont ceux qui occupent le plus de personnel et qui coûtent proportionnellement le plus cher.

Digitized by Google

Comparaison des dispositions des lois de 1893 et de 1902. — La loi de 1893 allouait aux navires à vapeur, quel que fût leur tonnage, une prime initiale de 1 fr. 10 par tonneau de jauge brute et par millier de milles, avec décroissance annuelle de 4 centimes pendant une période de dix ans. Comme type de comparaison, nous prendrons un vapeur long-courrier de 5 000 tonneaux, qui est d'un modèle courant. Avec la loi de 1893, ce navire recevait par millier de milles une prime totale de 46 000 fr. répartie sur dix années; avec le nouveau tarif, il recevra :

Pendant la	première période de quatre années . . .	Fr.	29 960
—	deuxième — —		22 760
—	troisième — —		12 360
			65 080

Soit une prime totale plus élevée d'un tiers environ. Mais il faut remarquer que, d'après le tarif de 1893, la prime décroissait d'une façon régulière, tandis que, dans le nouveau tarif, les primes sont plus élevées au début, ce qui permet d'accélérer l'amortissement du capital engagé. Ce n'est pas là l'un des moindres avantages de la nouvelle loi. On sait, en effet, que l'une des dépenses les plus considérables de l'armement maritime consiste dans l'assurance *sur corps*; cette assurance se calculant sur la valeur non amortie du navire, il y a intérêt à amortir le plus tôt possible cette valeur initiale pour réduire le montant des assurances.

Pour terminer ce qui concerne les primes, nous ajouterons que les navires se livrant au cabotage international reçoivent les deux tiers de la prime de la navigation au long cours ou de la compensation d'armement.

L'une des dispositions les plus heureuses de la loi de 1902, disposition qui se trouvait déjà dans celle de 1893, consiste à fixer la durée d'application de la loi à douze années, tandis que dans la loi de 1881 la durée d'application expirait en même temps que la loi.

Nous avons dit plus haut que l'une des charges les plus lourdes qui pèsent sur l'armement français réside dans l'obligation d'avoir un équipage composé pour les deux tiers d'inscrits maritimes. La nouvelle loi vient d'admettre une exception en faveur des navires pratiquant le cabotage international colonial; nous verrons plus loin dans quelles conditions.

Si l'on se place maintenant au point de vue de la construction française, on peut se demander si la nouvelle loi, en rétablissant sous le nom de compensation d'armement l'ancienne demi-prime accordée aux navires francisés, ne va pas porter un coup funeste à nos chantiers de construction. Quelques chiffres suffiront à prouver le contraire.

Prenons le cas d'un armateur ayant besoin d'un cargo-boat de 5 000 tonneaux par exemple. S'il achète son navire à l'étranger, il aura droit à la compensation d'armement qui s'élèvera à 190 francs par jour d'armement administratif; en supposant réalisé le maximum de 300 jours fixé par la loi, l'armateur touchera par an 59 000 francs.

Au contraire, s'il achète son navire en France, il touchera douze primes à la navigation dont le montant total, en supposant un parcours moyen annuel de 40 000 milles, sera de 2 403 000 francs. Si l'on répartit cette prime uniformément sur douze années, on trouve que la prime annuelle serait de 200 000 francs au lieu de 59 000 francs avec l'ancienne loi, et remarquons que la disposition de la loi de 1902 est encore plus favorable, puisque les premières primes sont les plus élevées.

Il faut enfin noter une clause très importante contenue dans l'article 6, et aux termes de laquelle seront exceptés de tout droit à la compensation d'armement, ou à la prime de navigation, les navires qui ne réaliseraient pas aux essais une vitesse minimum de 10 nœuds en demi-charge. Ainsi se trouveront exclus du bénéfice de la loi les navires étrangers construits sur d'anciens modèles, que les constructeurs auraient tenté de placer à nos armateurs à la faveur de prix peu élevés; notre flotte ne pourra s'accroître que d'unités capables de la remettre à hauteur de ses rivales et de lui faire regagner le rang qu'elle a perdu.

En ce qui concerne la composition des équipages de nos navires de commerce, la loi de 1902 contient une très heureuse innovation : elle modifie la disposition de la loi du 21 septembre 1793, qui, malgré les justes réclamations des intéressés, avait été jusqu'alors maintenue. L'article 17 de la nouvelle loi stipule que les équipages des navires pratiquant le cabotage international colonial sans attache avec la métropole pourront être composés de marins non français, à l'exception des officiers, du maître d'équipage et d'un minimum de deux marins inscrits maritimes, dont l'un pour la manœuvre et l'autre pour la machine.

Une application de cette clause va se présenter tout de suite dans les mers d'Extrême-Orient, pour le cabotage entre la Chine d'une part, de l'Indo-Chine et la Cochinchine d'autre part. Ces deux derniers pays sont de gros producteurs de riz et trouvent en Chine un débouché important à cette céréale. Jusqu'ici le transport du riz s'effectuait en grande partie sous pavillon étranger, nos navires ne pouvant entrer en concurrence à cause des charges trop élevées que leur imposait l'inscription maritime. Cette inégalité va disparaître et ce sera tout avantage pour notre commerce général dans les mers d'Indo-Chine.

Telle est, dans ses dispositions générales, la loi de 1902. Elle avait été conçue dans un esprit très large de protection à notre marine, et, si elle s'était bornée à ces dispositions, elle eût été excellente. Malheureusement, dans la crainte que le développement de notre marine ne vînt imposer au budget des charges trop élevées, la Chambre des Députés crut devoir limiter ces charges en fixant un maximum au tonnage susceptible d'être primé, c'est-à-dire de 500 000 tonneaux pour les navires à vapeur, et 100 000 tonneaux pour les voiliers. Le Sénat alla plus loin et stipula une limitation des crédits; il décida que le montant total des primes et des compensations d'armement ne pourrait excéder 150 millions, dont 15 millions pour les voiliers. Cette clause restrictive, qui avait pour objet de limiter les charges du Trésor, peut avoir des conséquences néfastes. En effet, le maximum des crédits fixé par le Sénat ne correspond nullement au maximum de tonnage établi par la Chambre. Et la preuve en est qu'à l'heure actuelle, les 135 millions de crédits affectés aux vapeurs sont absorbés par l'inscription sur les registres du Ministère des Finances et ces 135 millions ne correspondent qu'à 243 000 tonneaux, dont 208 000 de construction française et 35 000 de construction étrangère. D'autre part, comme la loi a une durée de dix ans, il ne sera plus possible d'ici 1912 de faire inscrire un navire primable, c'est dire qu'il ne sera mis sur chantier ou acquis à l'étranger aucun navire. Comme pendant ces dix années une partie de la flotte actuellement en service aura été retirée, il est à craindre qu'en 1912, la situation de notre marine ne soit bien plus déplorable qu'à l'heure actuelle. Tel sera le résultat d'une loi destinée à protéger cette même marine, et dont les dispositions essentielles étaient excellentes.

De nombreuses démarches ont été tentées auprès des Pouvoirs publics pour faire modifier les dispositions législatives de 1902. Il y a tout lieu d'espérer qu'un terrain d'entente sera trouvé, qui permettra de concilier les intérêts de l'armement français et du Trésor, c'est-à-dire, après tout, du contribuable. Mais il ne faut pas oublier que le maintien du *statu quo* entraînerait la déchéance de notre marine, et que plus que jamais, nous avons besoin d'une marine marchande puissante.

C. Marquet.
Ingénieur civil des Mines.

VARIÉTÉS

Les derniers progrès de la télégraphie sans fil.

La télégraphie sans fil fait de si rapides progrès qu'on n'a pas plus tôt essayé de mettre au point l'état de la science à son égard, qu'il faut y revenir de nouveau, pour constater des résultats plus favorables encore. C'est le but que s'est proposé le capitaine Ferrié, dans la *Revue du Génie* d'avril 1903.

On connaît la compétence du savant officier attaché à l'Établissement central du matériel de la télégraphie militaire, auquel on doit déjà de nombreux travaux sur la télégraphie sans fil. Dans le nouvel article qu'il consacre à ce sujet, le capitaine expose :

1° Les expériences réalisées par l'Établissement central ;

2° Les travaux de la mission qu'il dirigeait récemment et qui a établi la communication sans fil entre la Martinique et la Guadeloupe ;

3° Enfin, les dernières expériences de M. Marconi à très grande distance.

L'Établissement central de télégraphie militaire a, comme l'on sait, poursuivi des recherches théoriques et pratiques qui ont abouti à la création de modèles spéciaux d'appareils, et en particulier de récepteurs, au moyen desquels on a pu répéter toutes les communications qui ont été tentées jusqu'à ce jour. Ce sont ces expériences de vérification dont le capitaine Ferrié rend compte dans l'article cité.

Deux postes mobiles ont été installés à Lorient et à Belle-Ile, en novembre 1901, afin d'étudier et de comparer les hauteurs d'antennes nécessaires pour franchir une distance donnée, au-dessus de la mer, avec une énergie constante (200 watts). Les antennes étaient simplement suspendues à des ballonnets de 60 mètres cubes, gonflés au gaz d'éclairage et reliés à des voitures-postes spécialement aménagées dans ce but.

On reconnut qu'une hauteur d'antenne filiforme de 30 mètres était suffisante jusqu'à 50 kilom.

Cette hauteur doit être doublée pour franchir la même distance à l'intérieur des terres.

Les expériences de 1902 eurent pour but de rechercher la distance-limite de bonne transmission, avec des antennes de 50 mètres et une énergie de 150 à 200 watts. On correspondit du phare de Belle-Ile avec les phares d'Eckmühl (Finistère, 100 kilom.), des Baleines (Ile de Ré,

Digitized by Google

175 kilom.), de la Coubre (Gironde, 240 kilom.) et la limite ne fut pas atteinte.

D'autres expériences furent entreprises dans l'intérieur des terres, pour juger des conditions d'emploi de stations mobiles, utilisant des ballonnets comme supports d'antennes. C'est ainsi qu'en juillet 1902, on communiqua sans difficulté entre Paris et Châblis, à 150 kilom. (150 watts).

La mission de la Martinique fut résolue et les ordres donnés le 12 septembre 1902. Matériel et personnel du Génie devaient être embarqués le 26 septembre, à Bordeaux.

Les stations choisies — l'habitation Beauséjour à la Martinique et l'habitation la Verdure à la Guadeloupe — sont distantes de 180 kilom. environ l'une de l'autre. L'installation matérielle ne se fit pas sans difficulté. A la Martinique, on monta un mât de 53 mètres, pesant 6^t5, expédié de France ; mais, à la Guadeloupe, on dut avoir recours aux épaves d'une goélette italienne. Ce n'est que le 4 novembre que les premiers signaux furent échangés.

L'établissement de la communication ne présenta aucune difficulté technique, au moyen d'antennes ayant moins de 55 mètres et une énergie de 150 à 200 watts; mais on constata combien l'entretien des accumulateurs et des groupes électrogènes exige de soins sous les climats tropicaux humides. Les petites éruptions de cendres n'apportent aucun trouble. En revanche, les communications ne peuvent pas être échangées pendant la nuit, par suite de signaux parasites difficiles à expliquer et dont il sera d'ailleurs facile d'annihiler l'influence en diminuant la sensibilité des appareils et en employant une énergie double ou triple.

En ce qui concerne les plus récentes expériences de M. Marconi, on sait que ce savant poursuivait, depuis la fin de 1901, l'établissement de communications entre la station de Poldhu, en Cornouailles et Terre-Neuve d'abord, puis avec le cap Cod (Massachusetts). Dans les dernières expériences, les antennes avaient la forme d'une pyramide renversée constituée par une infinité de fils. L'énergie était de 100 chevaux, c'est-à-dire de 70 000 watts environ, avec un modèle spécial de transformateur et un montage tout nouveau. M. Marconi, ayant abandonné le cohéreur, l'a remplacé par un détecteur magnétique d'une sensibilité comparable à celle des cohéreurs, mais beaucoup plus régulier et susceptible de séparer jusqu'à un certain point les signaux parasites des signaux réels. Le seul inconvénient du détecteur est de ne se prêter, ni à l'inscription des télégrammes, ni à l'emploi de sonneries d'appel.

Un premier essai de l'installation à grande puissance de Poldhu fut fait par un échange de communications avec le cuirassé italien *Carlo-Alberto*. Les signaux parvinrent au navire pendant tout son voyage. La réception des télégrammes fut ininterrompue pendant toutes les heures de nuit fixées pour la communication, de Poole (Angleterre), à Cronstadt (1 700 kilom.) et au retour jusqu'à la Spezzia, malgré l'interposition de 1 000 kilom. de terre ferme.

On a constaté que la réception, qui se fait très bien pendant la nuit, est troublée pendant le jour par l'influence de la lumière solaire qui dissipe en partie la charge électrique des antennes.

Enfin, vers la fin de décembre, la station du cap Cod étant prête, on put recevoir un message du président Roosevelt au roi Édouard VII, malgré l'énorme distance de plus de 5 000 kilom. qui sépare les deux stations, ce qui constitue un résultat merveilleux.

Il convient de remarquer que l'énergie dépensée par ces transmissions provoque, autour des stations, des zones troublées d'une étendue de plusieurs centaines de kilomètres, où il est impossible d'échanger les signaux de télégraphie sans fil entre stations ordinaires et de puissance modérée.

G. E.

Conservation des traverses de chemins de fer au moyen du « trenail ».

Les tirefonds fixant les rails aux traverses en bois présentent l'inconvénient de tourner fous, au bout d'un certain temps, par suite de la désagrégation du bois sous l'influence de l'humidité, de la rouille et des trépidations dues au passage des trains. Pour y remédier, M. Albert Collet a préconisé un système de consolidation de l'attache des rails sur les traverses, au moyen de vis creuses en bois, dites *trenails*, et a imaginé un ensemble d'appareils pour le montage de ces trenails et pour la vérification des attaches.

Le trenail est découpé dans du bois de charme, l'axe longitudinal de la pièce étant parallèle aux fibres. Le trou central du trenail est conique à sa partie supérieure, pour épouser la forme du tirefond ; la partie inférieure est consolidée par une petite frette en acier. Avant leur emploi, les trenails sont préparés par une immersion, pendant une douzaine d'heures, dans un bain de créosote chauffé à 50 degrés.

Le trenail, dont le diamètre est de 53 millimètres en tête et de 35 millimètres au pied, est fileté au pas de 15 millimètres avec une saillie aux filets de 5 millimètres. La longueur est variable avec l'épaisseur des traverses, en général 150 millimètres pour une traverse neuve et 120 millimètres pour une traverse de réemploi.

Les figures 1 à 6 montrent les opérations successives de la pose d'un trenail sur une traverse.

Les outils pour la pose du trenail comprennent une tarière à centre, un taraud, un vissoir et un araseur ; on les commande mécaniquement

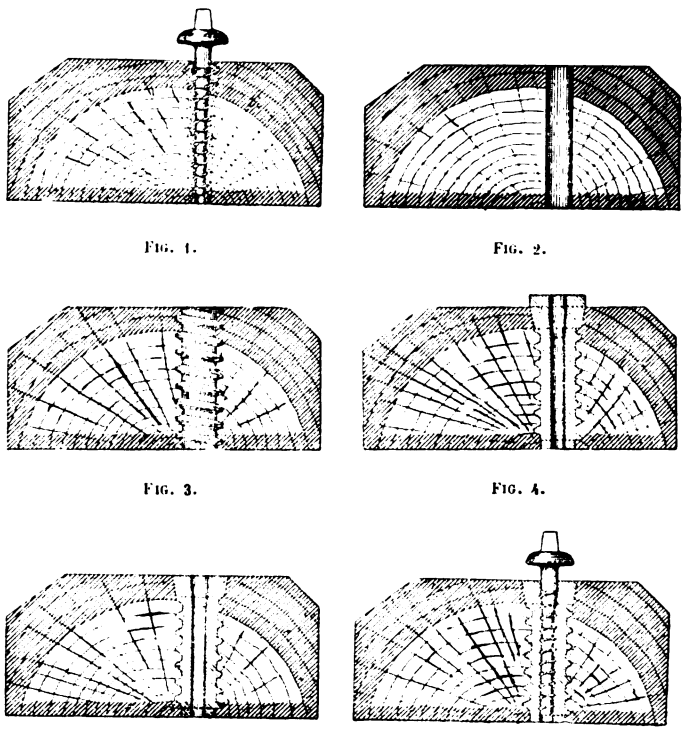


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

Fig. 1 à 6. — Opérations nécessaires pour la pose d'un trenail.

au moyen d'un petit moteur électrique et d'une transmission flexible. Le moteur électrique, monté sur un wagonet à voie étroite (fig. 7), est relié, par un câble à deux conducteurs, à un appareil producteur d'électricité installé dans le voisinage.

Au moyen d'appareils dynamométriques spéciaux, imaginés par M. Collet, on a procédé à des essais relatifs à l'arrachement des tirefonds et à la désorganisation de la voie : renversement et déplacement latéral du rail, rupture des attaches. Ces essais auraient démontré

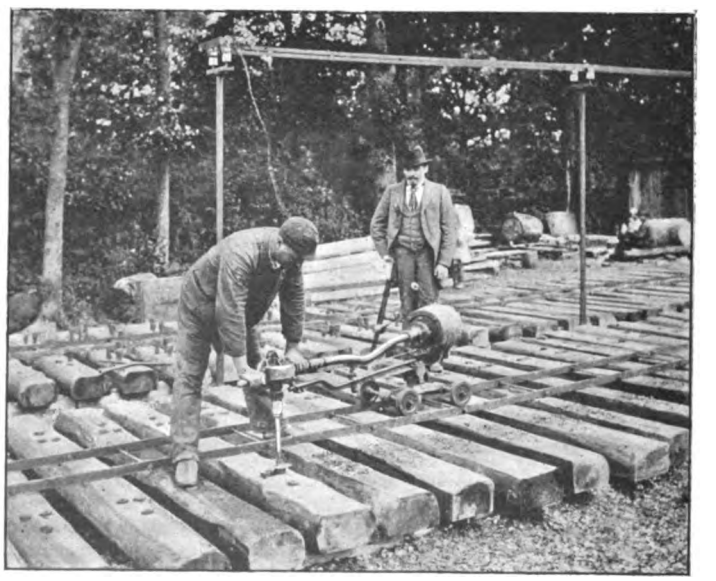


Fig. 7. — Installation pour le trenaillage des traverses.

que le trenail augmente la résistance des attaches et que ces attaches deviennent à la fois plus souples et plus durables.

Des traverses en sapin, posées en 1888 sur le réseau P.-L.-M., à Melun, ont été trenaillées en 1896 et sont encore en bon état de service alors que les traverses du même âge et de même essence, qui n'avaient pas été trenaillées, ont disparu des voies.

Ces résultats montrent que le trenail Collet, tout en consolidant la voie, s'oppose aussi à la pourriture des traverses.

Digitized by Google

Chargement mécanique du charbon sur les locomotives, à Fond-du-Lac (États-Unis).

La Compagnie des chemins de fer Wisconsin-Central, dont le réseau comprend 1 500 kilom. de lignes, desservies par 161 locomotives, vient d'installer à Fond-du-Lac, où elle possède ses remises à locomotives et ses ateliers principaux, un système d'élévateur et de transporteurs pour emmagasiner le charbon et le charger mécaniquement sur les locomotives.

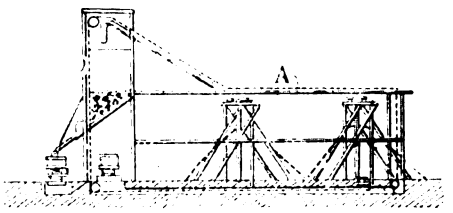


Fig. 1.

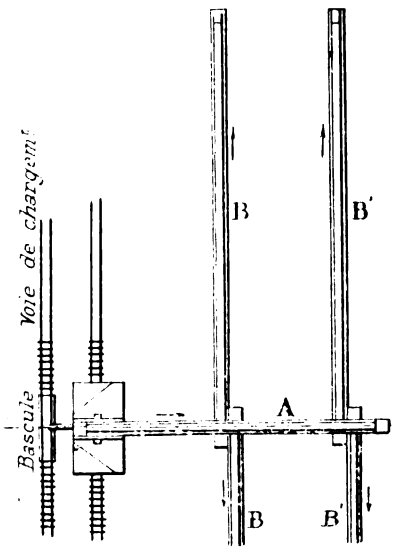


Fig. 2.

Fig. 1 et 2. — Élévation et plan schématique.

L'installation, dont nous empruntons la description à l'*Engineering News*, comprend :

1° Un transporteur principal sans fin A, à augets, disposé (fig. 1) dans un plan perpendiculaire à la voie d'amenée des wagons de charbon et recevant, au-dessous du niveau du sol, le charbon déchargé directement des wagons. Ce transporteur élève le charbon dans une sorte de tour en charpente, et le déverse, soit dans les deux trémies de chargement situées dans cette tour, soit au-dessus des autres transporteurs BB', qui distribuent le charbon aux tas. Le transporteur principal fait retour par le tunnel inférieur ;

2° Quatre transporteurs secondaires sans fin BB', à râcleurs, disposés dans des plans perpendiculaires à celui du transporteur principal, et recevant le charbon de celui-ci pour le déverser aux tas, ou prenant le charbon à ces tas pour le déverser dans le transporteur principal. La tour en bois, qui supporte les trémies, a une hauteur de 20 mètres environ, une longueur de 10 mètres et une largeur de 6 mètres.

Les trémies de chargement, qui peuvent contenir chacune 75 tonnes, sont en planches, avec un revêtement en tôle ; leur fond est incliné vers l'appareil de chargement, qui distribue le charbon à 3m 10 au-dessus du rail (fig. 3).

Le transporteur principal est constitué par une double rangée de chaînes d'acier sans fin, supportant une série d'augets de 0m 30 de profondeur et de 0m 75 × 0m 60 de section, espacés de 0m 80 d'axe en axe. Ces augets se déplacent avec une vitesse de 25 mètres par minute, et le transporteur peut débiter 96 tonnes de charbon à l'heure.

Lorsqu'on veut charger les trémies, on fait déverser les augets au-dessus d'une trappe basculante (fig. 2 et 3), qui dirige le charbon, suivant sa position, dans l'une ou l'autre des deux trémies. En sortant de la tour, le transporteur redescend, sur un plan incliné, jusqu'à une charpente de 12 mètres de hauteur, et passe un peu au-dessus des transporteurs secondaires.

La longueur du tunnel de retour est d'environ 33 mètres. Ce tunnel est en béton.

Le charbon est criblé avant son entrée aux trémies, et les fines tombent dans une trémie spéciale, pour être employées à l'usine de force.

Les transporteurs secondaires sont constitués chacun par deux rangées de chaînes sans fin, disposées suivant les côtés d'un rectangle, et réunies, à des intervalles de 0m 80, par des plaques d'acier de 0m 75 × 0m 50, ou râcleurs, montées sur des roues à graissage automatique. Ces râcleurs chassent le charbon en se déplaçant le long d'auges en bois revêtues de tôle de 6 millimètres, et munies de trappes en tôle glissant par un mouvement de crémaillère et de pignon, pour laisser tomber le charbon à l'endroit voulu. Les auges sont supportées par des charpentes de 10m 50 de hauteur et 50 mètres de longueur, disposées au-dessus des tas de charbon, et le transporteur retourne, en tunnel, à son point de départ. Ce tunnel est en béton ; il est muni de planches à sa partie supérieure et, pour alimenter le transporteur principal avec le charbon des tas, il suffit d'enlever ces planches à l'endroit où l'on veut prendre le charbon. La vitesse de déplacement de ces transporteurs est la même que celle du transporteur principal. Chacun des tas de charbon est prévu pour 3 250 tonnes de charbon.

Cette installation de transporteurs est actionnée par un moteur de 50 chevaux. L'arbre principal de transmission donne le mouvement, par chaînes et engrenages, au transporteur principal au haut de la tour, et aux transporteurs secondaires à leur partie supérieure. Des embrayages à griffes permettent d'embrayer ces différentes chaînes de transmission, et un manchon d'embrayage à friction permet de n'actionner que la partie de la transmission principale correspondant au transporteur principal.

Une bascule de 100 tonnes, placée à l'endroit où stationnent les locomotives pour leur chargement, permet de contrôler la quantité de charbon chargée.

Actuellement, environ vingt machines par jour s'approvisionnent au moyen de cette installation, avec une charge moyenne de 9 tonnes par machine.

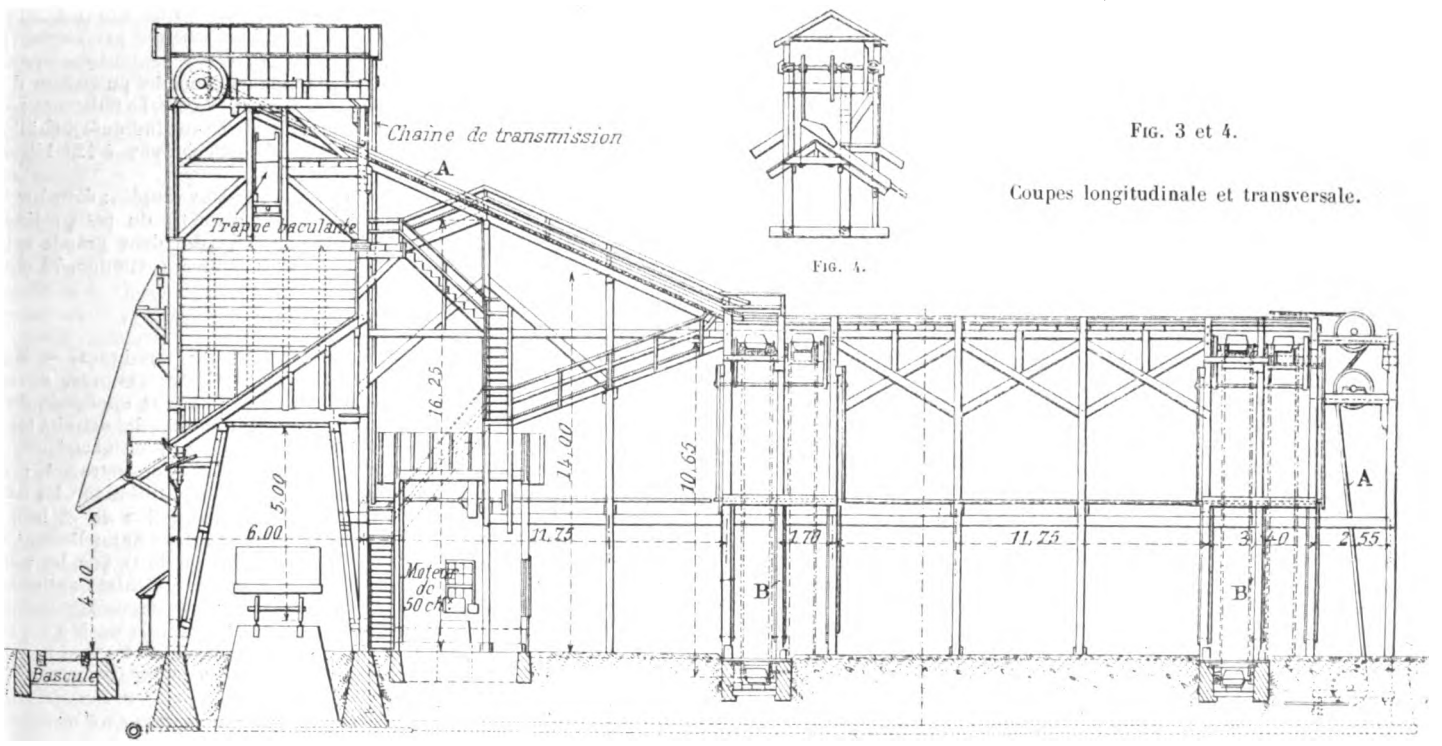


Fig. 4.

Fig. 3 et 4.

Coupes longitudinale et transversale.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 11 mai 1903.

Aéronautique. — *Sur l'incendie spontané de ballons pendant l'atterrissage.* Note de M. W. DE FONVIELLE, présentée par M. Janssen.

Ces accidents se sont produits de temps en temps depuis de longues années, sans attirer l'attention des physiciens, parce qu'on les attribuait invariablement à une imprudence. Mais il en est autrement depuis la catastrophe du *Humboldt*, ballon de la Société de Navigation aérienne de Berlin, incendié le 16 avril 1893. Il fut constaté, cette fois, que l'explosion se produisit au moment où le pilote, qui était sorti de la nacelle, approchait la main de la soupape, afin de donner une libre issue à ce qui restait de gaz dans l'enveloppe reposant à terre. Il était dès lors démontré qu'une forte charge d'électricité positive s'était accumulée dans la partie supérieure du ballon, et qu'une étincelle s'était produite dès que le bras du pilote était arrivé à distance explosive, pendant que ses pieds reposaient sur le sol.

M. de Fonvielle cite plusieurs exemples récents d'accidents de ce genre, notamment celui du ballon *Passewitz* qui, le 26 avril 1903, au moment où la nacelle était en traînage, subit deux explosions spontanées, la première, légère, et la seconde, plus forte, deux minutes après, suivie de l'inflammation du gaz et de la destruction du ballon.

On peut attribuer cet accident à la décharge d'un nuage orageux sur la soupape du ballon, qui se trouvait alors en contact avec le sol, par l'intermédiaire de la corde de soupape, toujours humide, et du corps du pilote, qui la manœuvrait. Il semble utile, pour éviter ce péril, de conseiller aux aéronautes, lorsque le temps est orageux, de garnir leur main d'un gant en caoutchouc.

Géologie. — *Sur les traces de la mer lutétienne au Soudan.* Note de M. DE LAPPARENT.

L'auteur rappelle la trouvaille, dans le Sahara oriental, d'un oursin appartenant au Crétacé supérieur, et qui attestait que la mer de l'époque maëstrichtienne s'était étendue jusqu'au centre de l'Afrique, avec une communication entre la mer du Sahara oriental et celle du nord-ouest de l'Inde, probablement par l'Égypte.

M. le capitaine Gaden a recueilli un nautile et quatre oursins dans la localité de Tamaské, à environ 400 kilom. à l'ouest de Zinder. Le nautile paraît très voisin du nautilus lamarcki de notre calcaire grossier parisien.

Quant aux oursins, ils ont été soumis à M. Gauthier, qui les reconnaît comme appartenant à l'Éocène moyen ou Lutétien.

On est donc fondé à considérer comme certain que la mer lutétienne, dont les traces, accusées par des échinolampas, ont déjà été reconnues avec certitude dans les puits des environs de Dakar, s'est avancée jusqu'au cœur du Soudan. En effet, les mêmes nautiles, ainsi que des oursins, se trouvent dans des couches marneuses, en différents points de la contrée intermédiaire entre Tamaské et le Tchad, notamment à Zinder et dans le Damergou, région située au sud de l'Aïr.

D'autre part, aucun relief ne sépare le Damergou de Bilma, où l'on connaît les traces laissées par la mer du Crétacé supérieur. Il paraît donc naturel de supposer que la mer lutétienne a aussi occupé la contrée de Bilma.

La trouvaille de Tamaské, complétant celle de Bilma, modifie considérablement les idées anciennes sur le passé géologique de l'Afrique. On avait admis que le dernier effort de la mer s'était traduit, à l'époque crétacée, par un golfe éthiopien venant de la Méditerranée, et l'oursin de Bilma avait appris que ce golfe s'était avancé au moins jusqu'aux approches du Tchad. Mais il faut admettre, à l'époque lutétienne, une incursion de la mer depuis Dakar jusqu'au Damergou, sans préjudice d'une jonction possible de ce golfe atlantique avec le golfe libyque. En tous cas, au moins jusqu'au tertiaire moyen, la mer a occupé le cœur du Soudan.

Physico-chimie. — *Nouvelles études sur une loi relative aux forces électromotrices développées par les actions réciproques des dissolutions salines;* par M. BERTHELOT.

L'auteur expose ses nouvelles recherches sur la relation qui existe entre la force électromotrice développée par l'action d'un acide sur une base E et les forces développées par l'action du sel correspondant, d'une part, sur l'acide ε_1 et, d'autre part, sur la base ε_2. Il rappelle qu'il a été établi, par des mesures exactes, exécutées sur des électrodes impolarisables, que l'on a sensiblement : $E = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$.

Cette loi a été vérifiée sur dix acides et deux bases différents; elle est applicable à froid et aux températures élevées.

L'auteur cite ses déterminations antérieures sur les piles terminées par deux électrodes de platine, et qui se sont trouvées confirmer la loi; des observations récentes montrent que la même relation existe entre les trois valeurs déterminées avec des électrodes de mercure, argent, zinc, plomb, cuivre, étain, aluminium, fer, palladium, etc. M. Berthelot donne communication des résultats de ses expériences dans le cas de chacun de ces métaux,

Il envisage ensuite d'autres considérations, relatives au travail extérieur, électrolytique ou autre, que les piles sont susceptibles de fournir. Il ne s'agit plus ici d'une simple différence électrique entre deux systèmes, mais de la production continue d'une certaine énergie. Or cette production ne peut avoir lieu, avec intensité, que si l'électricité est fournie par la transformation d'un travail mécanique, ou par un travail calorifique, ou par un travail chimique, celui de la neutralisation des acides et des bases, ou des oxydations de corps dissous.

Une différence de potentiel électrique, entretenue par des phénomènes de simple diffusion de liquides, de dissolution de gaz, ou tous autres où l'énergie serait empruntée aux milieux ambiants, sans combinaison chimique proprement dite, est insuffisante pour entretenir les éléments de pile destinés à développer rapidement un travail extérieur continu. Dans les effets de cet ordre, le renouvellement de l'énergie ne se produirait que d'une façon lente. Tel est précisément le cas des éléments de pile constitués par l'association d'un sel, soit avec son acide générateur, soit avec sa base, ces différents corps étant mis en œuvre au sein de dissolutions étendues. La force électromotrice résultant de leur réaction n'est donc pas attribuable, au moins pour sa valeur principale, à une combinaison chimique exothermique.

Physique. — *Sur l'existence, dans les radiations émises par un bec Auer, de rayons traversant les métaux, le bois, etc.* Note de M. R. BLONDLOT.

Un tube focus émet certaines radiations analogues à la lumière et susceptibles de traverser les métaux, le papier noir, le bois. Parmi ces radiations, il en existe pour lesquelles l'indice de réfraction du quartz est voisin de 2. D'autre part, l'indice du quartz pour les rayons restants du sel gemme, découverts par le professeur Rubens, est 2,18. Cette concordance a conduit M. Blondlot à penser que les radiations émises par un tube focus pourraient être voisines des rayons de Rubens, et se rencontrer dans l'émission d'un bec Auer, qui est la source de ces rayons.

Les expériences de l'auteur lui ont fait constater l'existence de trois espèces de radiations, pour lesquelles l'indice du quartz a les valeurs respectives 2,62; 2,436; 2,29. Tous ces indices sont plus grands que 2, ce qui explique le fait suivant : en plaçant sur le trajet des rayons sortant de la lentille un prisme de quartz dont l'angle réfringent est de 30 degrés, disposé de façon à recevoir ces rayons dans une direction sensiblement normale à l'une des faces réfringentes, on n'obtient pas de faisceau réfracté.

Les radiations émises par un bec Auer à travers une lame d'aluminium sont réfléchies par une lame de verre poli suivant les lois de la réflexion régulière, et sont diffusées par une lame de verre dépoli.

Il serait intéressant de rechercher si d'autres sources, et en particulier le soleil, n'émettent pas des radiations analogues à celles qui font l'objet de cette Note, et aussi si celles-ci ne produisent pas d'action calorifique.

Ces radiations doivent-elles être considérées comme voisines des radiations à très grandes longueurs d'onde découvertes par le professeur Rubens? Leur origine commune dans l'émission d'un bec Auer est favorable à cette opinion; l'opacité du sel gemme et de l'eau l'est aussi. Mais la transparence, pour les rayons du bec Auer, des métaux et d'autres substances opaques pour les rayons de Rubens constitue une différence, en apparence radicale, entre deux espèces de radiations.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Le chemin de fer électrique souterrain de New-York. — L'*Electrical World and Enginer*, du 21 mars, publie à propos du « Subway » de New-York, deux articles se rapportant, l'un au système de contrôle adopté dans l'équipement électrique, l'autre aux moteurs.

Chaque voiture est actionnée par deux moteurs développant en tout 400 chevaux. Chaque moteur pèse 2 700 kilogr.; l'inducteur est d'une seule pièce, son enroulement est constitué par un ruban de cuivre. L'induit est un tambour en série dont l'enroulement est formé de barres de cuivre. L'antifriction des coussinets n'a que 1mm6 d'épaisseur; en cas de fusion, l'arbre ne s'abaisse que de cette hauteur et vient toucher le bronze du coussinet. Afin d'éviter les forts appels de courant qui se produisent au moment du passage aux interruptions du troisième rail, par exemple, la self-induction du moteur a été rendue aussi grande que possible, d'une part par la suppression de l'enroulement en court-circuit autour des pôles, d'autre part par le sectionnement des supports d'inducteurs.

Le mode de contrôle employé rend possible cette grande self-induction : c'est le système à unités multiples de la General Electric Co, tel qu'il a été appliqué sur le Manhattan, avec cette différence que le manipulateur est pourvu d'un relais qui limite automatiquement l'intensité et par suite l'accélération, comme dans le système Sprague.

Les appareils de contact ont été également perfectionnés; les résistances sont divisées en deux groupes, chaque groupe étant toujours employé avec le même moteur.

L'article dont il s'agit est accompagné d'un schéma général des connexions.

On trouvera également dans le *Street Railway*, du 14 mars, des détails sur le même sujet.

Courbes d'accélération de locomotives à vapeur. — L'*Engineering*, du 27 mars, reproduit, en regard du profil de la ligne, des courbes d'accélération obtenues avec les locomotives compound à trois cylindres du Midland Railway, pesant 57t5, dont 38t8 de poids adhérent. L'accélération maximum atteint 36 centimètres par seconde par seconde sur une pente; l'accélération en palier, avec un train de 300 tonnes, est de 27 centimètres par seconde par seconde.

Un second diagramme donne les puissances de la machine en fonction des vitesses. La puissance passe par un maximum (1000 chevaux indiqués) à 65 kilom. à l'heure, et descend à 840 chevaux à 120 kilom. à l'heure.

La machine a deux essieux couplés : diamètre des roues motrices, 2m13; diamètre du petit cylindre, 58 centimètres; diamètres des deux grands cylindres, 64 centimètres; course commune, 79 centimètres.

CHIMIE INDUSTRIELLE

L'industrie des extraits tanniques. — M. L. GROGNOT, Ingénieur-Chimiste, examine, dans la *Revue générale de Chimie pure et appliquée*, du 19 avril, l'état actuel de l'industrie des extraits tanniques. Le châtaignier, qui croît en abondance sur toutes les parties granitiques de notre sol, est la principale matière première utilisée par les fabricants français. Mais, l'exploitation de ce bois est tellement active (nous exportons annuellement environ 30 000 tonnes de ce produit), que les usines commencent à éprouver de la difficulté à s'alimenter et cherchent à utiliser d'autres essences.

Le bois de châtaignier contient de 5 à 6 % de tanin et vaut en moyenne de 16 à 17 fr. la tonne rendue à l'usine; le bois de chêne ne donne que 3 à 4 % de tanin.

Après avoir indiqué une analyse d'un bois de châtaignier, l'auteur passe en revue les autres matières premières qui peuvent être utilisées par l'industrie des extraits tanniques. Il rappelle tout d'abord la composition-type de la matière tannante absorbable provenant d'écorce de chêne (tanin pur, 80 %; matières assimilables, 17 %; matières résinoïdes, 1 %; matières inertes, 2 %) et fait remarquer qu'une matière tannante est d'autant meilleure que la matière absorbante renferme davantage de tanin et de

Digitized by Google

matières assimilables, et moins de matières résinoïdes et inertes. Il donne d'intéressants renseignements sur les extraits de bois de chêne, de quebracho provenant des forêts de l'Amérique du Sud, et dont le défaut capital est de fournir des extraits très colorés, de valonnées, dividivi, myrobolans; ces dernières matières sont aussi employées en nature par la tannerie, et intéressent moins le fabricant d'extraits, de même que le sumac et le palétuvier.

Comparant ensuite la valeur, au tannage, des bois et extraits, il montre que les extraits fabriqués rapidement et à la température la plus basse sont les meilleurs. De plus, l'extrait de bois de chêne est moins propre au tannage que l'écorce et que l'extrait d'écorce bien fabriqué. L'extrait de bois de châtaignier, le plus employé de tous les extraits, présente les mêmes défauts que celui du bois de chêne. Il donne des cuirs secs, aussi doit-on, pour obtenir de bons cuirs, le mélanger à d'autres extraits renfermant beaucoup de matières assimilables.

M. Grognot termine son étude par la description de la fabrication des extraits tanniques. L'extraction des matières tanniques des bois, d'abord découpés en copeaux de quelques millimètres d'épaisseur, s'effectue, soit par macération, soit par diffusion sans pression ou avec pression. Les procédés avec pression demandent un matériel plus coûteux, mais le rendement en extraits est plus grand et l'extraction plus rapide.

Les jus sortant des extracteurs sont repris et envoyés à la clarification et à la décoloration, puis à la filtration et à l'évaporation pour les amener au degré de concentration voulu.

ÉLECTRICITÉ

De l'emploi des diaphragmes métalliques dans l'électrolyse. — M. A. Brochet résume, dans l'*Éclairage électrique*, du 25 avril, les recherches qu'il a faites sur l'emploi des diaphragmes métalliques dans l'électrolyse.

Si l'expérience montre bien qu'une lame de platine intercalée entre les électrodes d'un voltmètre à cuivre se comporte comme une électrode bi-polaire, il est possible, en effet, d'empêcher cette lame de fonctionner comme électrode bi-polaire, soit en diminuant la densité du courant, soit en sectionnant la lame de telle façon qu'elle oppose une résistance plus faible aux lignes de courant. On réalise ainsi un diaphragme métallique qui se comporte comme un diaphragme ordinaire en faïence, c'est-à-dire qui laisse passer les solutions et le courant, mais, au cas naturellement où les trous sont assez fins, s'oppose au passage des gaz et des précipités.

Ces diaphragmes métalliques sont employés industriellement, notamment dans l'appareil Garuti, pour la fabrication de l'oxygène et de l'hydrogène par électrolyse d'une solution alcaline, et dans l'appareil Castner, pour la fabrication du sodium par électrolyse de la soude fondue. Dans le premier on emploie une tôle perforée, dans le second une toile de fer.

L'auteur indique les théories admises au sujet de ces appareils et examine successivement les influences de la densité du courant aux électrodes, de la surface de la lame, de la forme des trous, de la résistivité de l'électrolyte, de la tension de décomposition et du mode de perforation du diaphragme. Il étudie également le cas particulier d'une lame épaisse et rappelle les expériences de M. Danneel sur les diaphragmes.

Un diaphragme doit, avant tout, être complètement inattaquable par l'électrolyte avant ou après l'électrolyse; il se comportera, d'ailleurs, d'autant mieux que la tension de décomposition de l'électrolyte sera plus élevée et qu'elle aura moins de tendance à agir comme anode prenant part à la réaction. M. Brochet ajoute comme condition de bon fonctionnement: 1° faible diamètre de perforation; 2° rapport élevé entre la surface des perforations et celle du métal; 3° faible épaisseur de la lame; 4° bonne conductivité de l'électrolyte.

Les nouvelles usines électriques du Niagara. — Six grandes Compagnies vont prochainement exploiter les chutes du Niagara, et fonder de nouvelles usines, partie sur la rive canadienne, partie sur la rive américaine. L'*Electrical World*, du 11 avril, donne un premier aperçu de ces installations, qui porteront à un million de chevaux la puissance utilisée.

La Niagara Falls Power C° construit actuellement sa seconde usine qui permettra de disposer de plus de 100 000 chevaux.

La Canadian Niagara Power C° va installer, tout d'abord, cinq turbines de 11 000 chevaux, et se propose d'augmenter ensuite la puissance jusqu'à 110 000 chevaux, par l'addition de six autres turbines.

L'Ontario Power C° établit sur la rive canadienne une usine de 50 000 chevaux, analogue à celle que la Niagara Falls C° a construite sur la rive américaine. Elle se propose d'en porter ultérieurement la puissance à 400 000 chevaux.

La Lower Niagara River Power C° a, récemment, obtenu de l'État de New-York, une franchise pour 200 000 chevaux.

Enfin, la Frontier Electric Lighting C° et la Torento Power C° se proposent aussi d'utiliser les chutes du Niagara.

Bien qu'une notable partie de l'énergie puisse être utilisée pour des industries électrochimiques au voisinage des chutes, il faudra, pour assurer un débouché à ces vastes entreprises, en transmettre également à diverses villes, dans un rayon de 160 kilom. La partie actuellement en construction représente une puissance de 500 000 chevaux et a nécessité une dépense de 35 millions de dollars.

HYDRAULIQUE

Installation hydro-électrique pour l'alimentation en eau potable de Marle. — Dans une Note du Bulletin de l'*Hydraulique agricole* (fascicule 28), M. Lévy-Salvador, Ingénieur des constructions civiles, décrit l'installation hydro-électrique qui sert à alimenter en eau potable la ville de Marle (Aisne). Bien que dans une situation très saine, cette petite localité (2 500 habitants) a eu, de 1896 à 1901, une mortalité de 20 °/₀₀: cette moyenne élevée était due, sans aucun doute, à la mauvaise qualité de l'eau des puits, pollués par le voisinage des fosses d'aisances non étanches et des puisards absorbant les eaux résiduaires, établis dans un sol calcaire très perméable.

La municipalité prit donc le parti de faire établir une abondante distribution d'eau potable et fit creuser à cet effet, à 360 mètres de la dernière habitation, un puits de 8 mètres de profondeur; l'eau de ce puits est refoulée dans un réseau de distribution, se terminant au point culminant par un réservoir qui sert en même temps d'emmagasinement et de régulateur.

Le débit minimum du puits est de 734 mètres cubes par vingt-quatre heures, ce qui suffit amplement à la consommation de Marle, largement évaluée à 450 mètres cubes, soit une consommation journalière de 170 litres par tête. L'analyse chimique de cette eau a donné les meilleurs résultats et son analyse bactériologique n'a révélé la présence d'aucune espèce pathogène.

L'auteur décrit l'usine élévatoire qui se compose de deux parties distinctes, reliées par une canalisation électrique: la première établie au droit du puits de captation, et renfermant deux pompes et l'électromoteur qui les actionne; la seconde, installée à peu près à mi-distance du puits et du réservoir supérieur, comprenant un barrage sur la Serre, rivière assez importante qui traverse le pays, et la turbine actionnant une dynamo génératrice. Les pompes à trois corps de pistons plongeurs sont capables chacune d'un débit de 4 litres par seconde pour une hauteur de refoulement de 62 mètres; elles absorbent 10 chevaux. La turbine est à débit variable et a une puissance de 30 chevaux sous une hauteur de chute de 1m 60 et un débit de 1 150 litres par seconde; elle actionne, au moyen d'une courroie, une dynamo génératrice capable d'une puissance maximum absorbée de 20 chevaux sous 550 volts, à la vitesse de 800 tours.

Le réservoir, en maçonnerie, est établi sur une hauteur, hors de l'agglomération urbaine; il est divisé en deux compartiments cubant chacun 300 mètres cubes. La longueur de la conduite de refoulement est de 2 653 mètres; le développement du réseau de distribution est de 3 382 mètres. Le service public est assuré par seize bornes fontaines et quinze bouches pour l'arrosage; cent cinquante-trois branchements de concession ont été établis sous la voie publique pour le service privé.

L'ensemble des travaux a nécessité une dépense de 160 000 francs.

MÉCANIQUE

Détermination statique des efforts subis par les poutres. — MM. Henneberg et Schlink publient, dans la *Zeitschrift für Architektur*, de mars, un travail sur la théorie statique des poutres, basé sur la distinction entre les systèmes *maintenus* et les systèmes *libres*. Les premiers sont ceux qui ne conservent leur stabilité que grâce à la présence de leurs articulations et de leurs appuis; les seconds, ceux qui, même après la suppression de leurs liaisons articulées, sont stables par eux-mêmes. La détermination statique des efforts développés dans ces derniers systèmes est connue, et les auteurs en profitent pour faire rentrer dans leur cas les systèmes maintenus et pour déterminer les efforts que ceux-ci subissent.

Le théorème général établi dans la première partie de l'exposé leur permet d'étudier, dans un second chapitre, la stabilité et le travail des formes de poutres les plus variées, arcs à deux et trois rotules; poutres avec consoles reposant sur deux et trois appuis; travées en cantilever des types adoptés pour les grands viaducs récents, etc.

MINES

Les gisements de cuivre de Butte (États-Unis). — L'*Engineering and Mining*, du 18 avril, donne un extrait du rapport présenté par M. Harvey Weed à l'United States Geological Survey, sur les gisements de cuivre de Butte (État de Montana).

Le rapport commence par une description topographique et minéralogique de la région. Les gisements de cuivre sont des filons, à affleurements mal caractérisés, encaissés dans un terrain très modifié par les actions volcaniques. Le minerai est de la chalcosine, la roche dominante est le granit.

La zone cuprifère est bordée sur trois côtés par un réseau de veines, dans lesquelles on rencontre des sulfures mixtes: blende, pyrite, galène, argyrose et chalcopyrite. La gangue de ces veines est quartzeuse, leurs affleurements sont très nets.

Le minerai de cuivre contient 0gr 08 d'or, 2gr 30 d'argent et 0gr 08 de tellure par kilogramme de cuivre, la teneur en antimoine et arsenic est très élevée. L'or natif a été rencontré quelquefois sur des cristaux de sulfures, mais aucun indice extérieur ne permet de déceler sa présence pas plus que celle de l'argent.

Jusqu'ici, les mines de Butte ont produit 32 millions de tonnes contenant en moyenne 5 °/₀ de cuivre. Environ 15 °/₀ du minerai titrent 12 °/₀; les 85 °/₀ restants titrent 4,8 °/₀ et sont enrichis mécaniquement à 18 °/₀.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Le condenseur Ljungstrom. — L'*Engineering*, du 17 avril, reproduit une communication de M. W. Cross, à l'Institution of Naval Architects, dans laquelle il expose les avantages que présente ce condenseur à surface, au point de vue du poids et de l'encombrement. Il est formé de chambres plates en laiton ondulé, disposées de telle sorte que les ondulations s'appuient les unes sur les autres. Ces chambres sont disposées en paquets et forment les surfaces de condensation, léchées d'un côté par l'eau qui circule dans le sens horizontal, de l'autre par la vapeur qui circule dans le sens vertical. Les fluides sont ainsi divisés en minces filets et, grâce à cette division, l'appareil ne nécessite qu'une surface de 2dm² 8 par cheval indiqué, alors que la surface des condenseurs ordinaires est de 12 décimètres carrés pour les navires marchands, 10 décimètres carrés pour les navires de guerre, 7 décimètres carrés pour les contre-torpilleurs et 4dm² 6 pour la condensation par sillage.

L'auteur compare l'installation du condenseur Ljungstrom sur un bateau de 450 chevaux, avec celle d'un condenseur ordinaire à tubes, les surfaces étant respectivement 12 mètres carrés et 48m² 5. Le vide à pleine puissance a pu être maintenu à 57-58 centimètres.

Des expériences ont été faites pour l'application de ce condenseur à l'obtention de l'eau douce. Un condenseur de 0m² 92 a produit 4 l 54 en 36,5 secondes.

D'autres expériences ont montré que la présence de l'huile ne trouble pas le fonctionnement du condenseur.

Progrès des gazogènes au point de vue thermique. — M. Fritz Lürmann, après avoir rappelé dans le *Stahl und Eisen*, du 1er et du 15 avril, les premiers exemples de gazogènes et leurs conditions de fonctionnement, au moyen de combustibles distillés (coke) ou de combustibles non distillés (charbon, lignite, bois), cite les résultats obtenus par les auteurs qui ont étudié les réactions produites dans

Digitized by Google

ces appareils, notamment Thomas et Laurens, Ebelmen, Bunsen.

Ces études portaient principalement sur les produits de la décomposition du charbon en présence de l'air et de la vapeur d'eau dans les gazogènes, et sur les conditions dans lesquelles il convient de faire les injections de vapeur d'eau.

L'auteur entre ensuite dans le détail de nouvelles recherches théoriques très étendues, dans lesquelles il considère les cas suivants : introduction d'air seulement; introduction d'air et de vapeur; introduction d'air et de gaz de haut fourneau; introduction d'air enrichi en oxygène et de vapeur, ou de gaz de haut fourneau. Les tableaux qu'il publie renferment de nombreux résultats d'expériences.

Il conclut en examinant les nombreux emplois que les gaz de gazogène ont actuellement dans l'industrie, et signale d'autres applications pour lesquelles, au moins théoriquement, ils pourraient remplacer, soit le gaz d'éclairage, soit les chaudières à vapeur, notamment pour la propulsion des navires.

TRAMWAYS

Ateliers pour l'entretien du matériel de tramways. — Le *Street Railway*, du 11 avril, décrit les ateliers de la Compagnie des Tramways de Rochester. Cette Compagnie, qui emploie plus de 250 voitures sur des lignes urbaines et interurbaines, est outillée non seulement pour réparer et entretenir son matériel, mais encore pour la construction des voitures. La force motrice est fournie par deux moteurs de 20 et 40 chevaux, actionnant des outils, et par deux moteurs de 20 chevaux commandant des compresseurs d'air.

L'atelier de charpente renferme cinq voies, dont une, centrale, comprend une fosse. Les transmissions sont sous le plancher. Parmi les dispositifs spéciaux, il y a lieu de mentionner un appareil à courber les panneaux et un système de tuyaux pour l'aspiration des copeaux et des sciures.

Dans l'atelier de peinture, on emploie une méthode particulière pour brûler l'ancienne peinture, à l'aide du gaz et de l'air sous pression.

La forge comprend aussi les fers à souder et à fondre l'antifriction. Elle a été construite avec un soin spécial en ce qui concerne les risques d'incendie.

L'atelier de machines comprend sept tours, quatre machines à percer, deux machines à fraiser, et quelques autres outils.

Un atelier spécial est affecté à la réparation et à l'enroulement des induits.

L'atelier de réparations de voitures comprend cinq voies, avec chacune une fosse; il est pourvu d'appareils de levage pneumatiques, et d'un système pour changer les essieux des voitures.

Enfin, les magasins constituent l'une des divisions les plus importantes, et ont été l'objet d'une organisation toute particulière.

Pendant la saison dernière, 140 voitures et 18 charrues ont passé par les ateliers, la Compagnie ayant, en dehors de l'entretien courant, reconstruit ou modifié une partie de son matériel.

TRAVAUX PUBLICS

Tunnels pour lignes téléphoniques à Chicago. — On construit en ce moment, dans la partie basse de Chicago, un réseau de tunnels, dans lesquels passeront les lignes téléphoniques devant assurer le service de plus de 10 000 abonnés. La longueur totale prévue est d'environ 100 kilomètres.

Un premier projet avait d'abord été étudié; le réseau, peu profond, passait toutefois au-dessous de toutes les canalisations souterraines déjà existantes. Il comportait un grand nombre de regards.

En prévision de la construction imminente d'un chemin de fer métropolitain souterrain, la municipalité rejeta ce projet, qui fut remplacé par celui qui est en voie de réalisation. Les regards sont supprimés, la communication avec l'extérieur est donnée par huit puits de grand diamètre, les tunnels sont à grandes sections et leur partie la plus haute est à une distance maximum de 7m 50 au-dessous du niveau de la chaussée.

Ces travaux qui ont été exécutés, en majeure partie, dans l'argile compacte, sont décrits dans l'*Engineering News*, du 19 février.

Le service d'extraction est fait par les huit puits. Au fond de chacun d'eux, une station centrale d'énergie avec ateliers et magasins fut d'abord construite et installée. Le fonçage à l'air comprimé est employé partout. Ce système s'imposait, tant par la nature du terrain que par la crainte d'un arrêt brusque du travail; on s'attendait d'un moment à l'autre à une grève générale des travailleurs.

Les chambres de communication consistent simplement en une section du tunnel, terminée à ses deux extrémités par des portes à fermeture étanche et pouvant contenir jusqu'à dix wagonets.

Le travail est fait par trois équipes. Deux équipes travaillent à l'avancement de 4 heures du soir à 8 heures du matin, la troisième procède ensuite au revêtement de la partie excavée, de façon que les deux opérations se suivent d'aussi près que possible. Cette disposition facilite, en outre, l'enlèvement des déblais par les tombereaux qui circulent dans la ville pendant la nuit ou pendant les heures où l'activité est minimum.

Le revêtement, en béton de ciment Portland, est commencé par le sol sur lequel on pose ensuite les cintres avec leur couchis, de façon à permettre la construction des piédroits aussi haut que le béton peut se tenir. Pour la voûte, on procède par petites longueurs, d'un cintre au suivant (1 mètre), le damage se faisant dans le sens horizontal.

Au 1er septembre 1902, après un travail de dix mois et demi, 20 kilom. étaient déjà construits, ce qui correspond à un avancement moyen de 65 mètres par jour. On avait déjà extrait 135 000 mètres cubes de déblais et employé 70 000 mètres cubes de pierres concassées, cailloux et sables, et 13 000 mètres cubes de ciment.

DIVERS

Construction des lignes téléphoniques aériennes. — L'*Electrical World*, du 25 avril, contient, sous forme de spécifications détaillées pouvant servir à l'établissement d'un contrat, les renseignements nécessaires à la construction des lignes téléphoniques aériennes. Après les renseignements généraux, tels que tracé de la ligne, instructions aux chefs d'équipe, cas d'accidents, inspection, expéditions, etc., l'auteur indique, dans trente chapitres, les conditions à remplir par les diverses parties du matériel (poteaux, poteaux créosotés, contre-fiches, haubans, supports, bras transversaux, tiges d'isolateurs, isolateurs, boulons, fusibles, fil de ligne, fil de fer galvanisé, ligatures). On trouvera, dans cette partie, des tableaux relatifs aux dimensions de poteaux, aux types courants de bras transversaux, aux câbles pour haubans, aux fils de cuivre pour la ligne et aux fils de fer galvanisés.

Les spécifications suivantes se rapportent au mode d'exécution. Elles précisent l'emplacement et la distribution des poteaux, leur pose, celle des bras transversaux et des tiges des isolateurs, donnent des instructions pour la peinture, le haubannage, les courbes, les croisements, les angles, la traversée des voies, le montage du fil (on y trouvera un graphique des flèches en fonction des tensions et des portées), les extrémités, les transpositions, la protection, l'emploi des sourdines et la pose des lignes au-dessus des toits.

Ouvrages récemment parus.

The Manufacture and Properties of Iron and Steel. (*La Fabrication et les Propriétés du fer et de l'acier*), par Harry Huse CAMPBELL, directeur général de la Pennsylvania Steel Co. — Un volume in-8° de 860 pages, avec 300 figures dans le texte. — Édité par l'*Engineering and Mining Journal*, de New-York. — Prix : 26 fr. 50.

C'est la seconde édition d'un livre paru en 1896, et qui, plus que la première édition, mérite le reproche de porter un titre incomplet.

En effet, contrairement à beaucoup d'ouvrages traitant le même sujet, celui-ci donne plus qu'il ne promet. Ce n'est pas seulement de la fabrication du fer et de l'acier qu'il traite, mais bien de tout ce qui est du domaine de la sidérurgie, depuis la fabrication de la fonte jusqu'aux traitements thermiques et aux essais mécaniques auxquels est soumis le matériel fini.

Le côté économique n'y est pas omis, et l'auteur l'expose avec autant de netteté que le côté technique.

Bien des chapitres ont été ajoutés à cette nouvelle édition d'un livre qui est dédié à « tous ceux qui, illustres ou obscurs, ont collaboré, du haut de la chaire ou dans l'usine, à la solution des problèmes du domaine de l'art métallurgique ».

La première partie est une introduction nouvellement écrite qui s'adresse aux lecteurs étrangers à la métallurgie, et où l'auteur a condensé les principes les plus usuels de cette industrie.

Dans la deuxième partie, quelques chapitres ont été ajoutés, où M. Campbell a donné bien des détails nouveaux relatifs soit à la fabrication de l'acier, soit à son traitement subséquent, que lui-même a observés et contrôlés dans ses usines.

Dans la troisième partie, l'auteur met en relief les points saillants qui différencient la pratique industrielle des États-Unis d'avec celle du vieux monde; puis il compare les conditions du travail dans chaque grand centre industriel séparément.

Quelques lecteurs, écrit M. Campbell dans une courte préface, estiment qu'il est préférable, dans un tel livre, de restreindre le nombre de pages consacrées à l'exposition de la partie théorique, afin de donner une plus grande place à la description et aux dessins des appareils. Ce n'est point là sa manière de voir. La description des appareils nouveaux, les seuls intéressants pour le lecteur, les dessins qui les représentent, ont une place mieux indiquée dans les publications techniques périodiques, et c'est avec raison qu'il a donné dans son livre une large place à la discussion des nouvelles théories, dont l'importance pratique a été mise en évidence dans les « Notes sur un laboratoire métallurgique », du professeur H.-M. Howe (1), de qui M. Campbell a été l'élève au « Massachusetts Institute » de technologie, à Boston.

A. POURCEL.

L'Aluminium, par P. MOISSONNIER. — Un volume grand in-8° de 220 pages, avec 21 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : broché, 7 fr. 50.

Après un court historique des progrès de la production de l'aluminium, M. Moissonnier étudie les minerais (cryolithe et bauxite), d'où l'on extrait ce métal, puis les procédés de fabrication, chimique ou électrolytique, et de purification actuellement répandus.

Il examine ensuite les méthodes d'analyse de l'aluminium et de ses alliages; les propriétés caractéristiques de chacun d'eux; les manières de les souder ensemble et de les travailler. Envisageant enfin les nombreuses applications de ce métal, il passe en revue les usages qu'on en fait pour la préparation du vanadium, du phosphore, pour la soudure du fer par aluminothermie, pour la purification du sucre de betterave, pour la fabrication du papier granité, pour l'aérostation, l'automobilisme, la chirurgie, la métallothérapie, etc.; puis la fabrication d'objets de toutes sortes en métal ou en alliages d'aluminium.

L'ouvrage se termine par la discussion des opinions émises par plusieurs savants sur la durée des objets en aluminium et l'indication des précautions qui donnent les meilleures garanties pour leur conservation.

Les Gisements miniers (*stratigraphie, composition*), par François MIRON, Ingénieur civil (*Encyclopédie des Aide-Mémoire*). — Un volume petit in-8° de 192 pages. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 francs.

Dans une première partie, l'auteur rappelle succinctement les définitions des termes usuels, la classification des gisements et les minerais les plus abondants dans les différentes familles de roches.

La seconde partie est consacrée à l'étude des gisements miniers. Pour chaque métal, l'auteur indique les différents minerais industriels et leur composition, la stratigraphie du gite, la nature de la partie minéralisée, les minéraux accessoires, la composition moyenne du minerai, les conséquences, relativement à la richesse et à la continuité du gite, à déduire de l'absence ou de la présence de tel ou tel élément. Les gites de même nature de chaque métal sont groupés, et leur mode de formation est indiqué.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLII, n° 16, p. 256.

Le Gérant : H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 5. N° 1094. Samedi 30 Mai 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro :** 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Physique industrielle** : Les condensations centrales à l'Exposition de Düsseldorf *(planche V)*, p. 65; P.-F. Dujardin. — **Mécanique** : Équilibrage des machines *(suite)*, p. 69; H. Brillié. — **Physique industrielle** : Lunette pyrométrique à réticule thermo-électrique, p. 72; Ch. Féry. — **Mécanique** : Transport par hélices à 200 mètres de distance, p. 74. — **Variétés** : Installation frigorifique du Collège Médical de Cornell (États-Unis), p. 75; — Le maréosiphon, p. 76; — Classeur de minerais Mac Dermott, p. 77; — Désagrégateur de terrains, système Pawel, p. 77. Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (18 mai 1903), p. 78. Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 78; — Ouvrages récemment parus, p. 80. — *Nécrologie :* A. van Muyden, p. 80.

Planche V : Condensation centrale par surface de la maison Sack et Kiesselbach.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

LES CONDENSATIONS CENTRALES à l'Exposition de Düsseldorf.

(Planche V.)

L'Exposition qui a eu lieu l'année dernière à Düsseldorf a présenté le premier exemple d'une grande installation dans laquelle la totalité des vapeurs d'échappement est amenée à une condensation centrale.

Quand nous disons la totalité, ce n'est pas absolument exact, car quelques machines fonctionnant à vide ou destinées à faire fonctionner quelques appareils, machines-outils, laminoirs, etc., marchant eux-mêmes sans résistance et sans travail, avaient leur échappement à l'air libre, sur le toit de la galerie des machines. Il est vrai que ces diverses machines étaient peu nombreuses et se trouvaient placées tout à fait à l'extrémité du vaste bâtiment, et que ces échappements se voyaient à peine quand on était placé dans la partie centrale et « décorée » de l'Exposition. D'ailleurs, les réfrigérants des condensations centrales, dont les vastes ouvertures laissaient échapper des nuages de vapeur, suffisaient à donner aux alentours de la galerie des machines cet aspect « usine » qu'on avait absolument voulu éviter à Paris, en 1900.

Les condensations centrales dont nous allons parler étaient donc destinées à condenser la vapeur de toutes les machines utilisées à la production de l'énergie électrique. L'ensemble de ces machines représentait une force totale de 13 000 à 15 000 chevaux-vapeur; mais elles ne marchaient pas toutes à la fois en pleine charge. Pendant la journée, une partie seulement des machines marchait en charge pour produire le courant électrique destiné au transport de la force; l'autre partie, la plus importante, d'ailleurs, marchait à vide. Le soir, il en était autrement, et l'énergie nécessaire à l'éclairage électrique exigeait une plus grande dépense de vapeur.

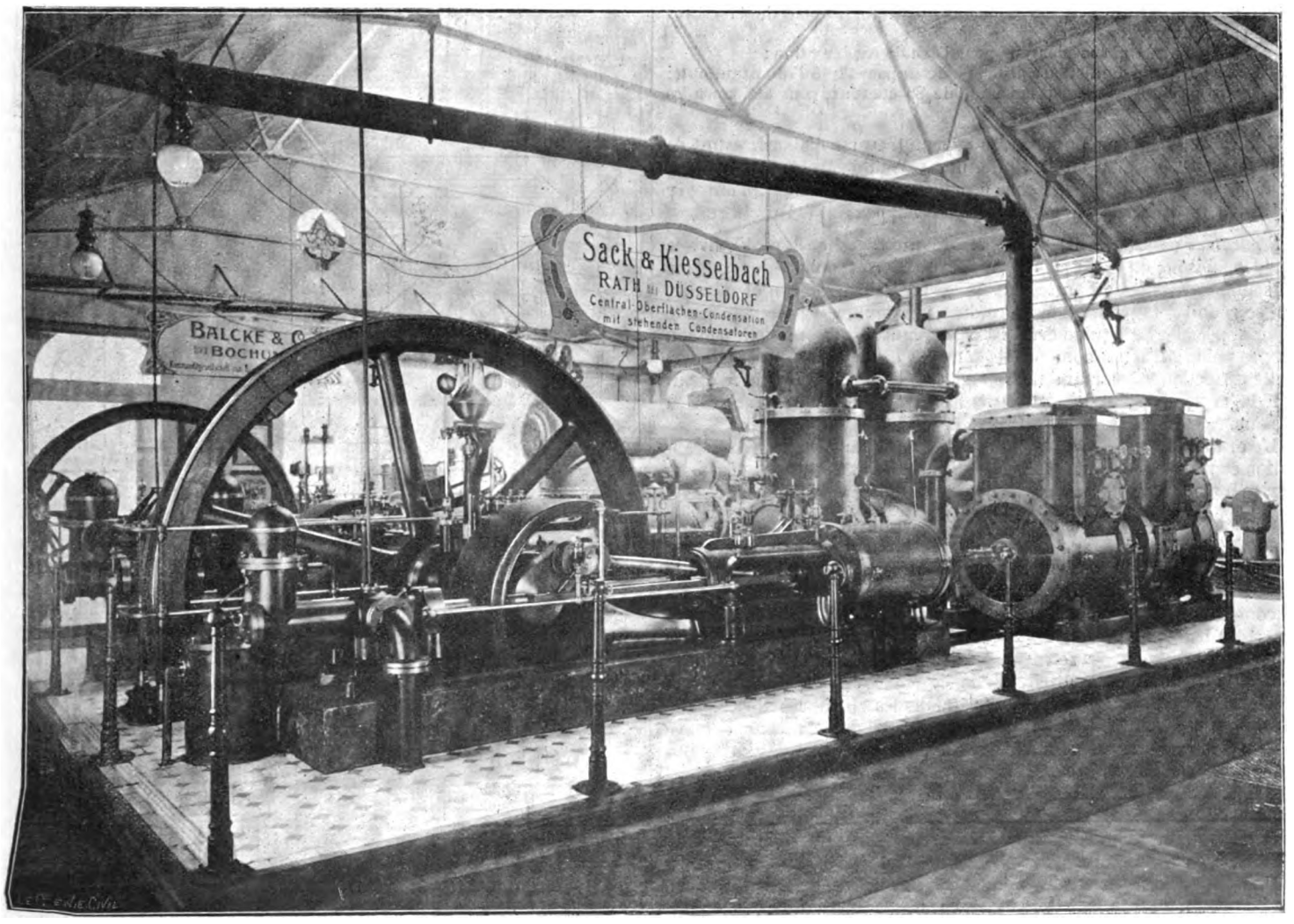


Fig. 1. — Exposition de Düsseldorf : Condensation centrale de la maison Sack et Kiesselbach.

En moyenne, pendant la soirée, les machines en marche produisaient 6 000 à 7 000 chevaux.

Les deux condensations centrales de la galerie des machines, l'une exposée par la maison Sack et Kiesselbach, de Rath, l'autre par la maison Balcke et C°, de Bochum, étaient, l'une et l'autre, en mesure de condenser 35 000 à 40 000 kilogr. de vapeur à l'heure.

Digitized by Google

Ces deux condensations centrales occupaient un bâtiment spécial placé à côté de la galerie des machines.

Ce bâtiment, construit au moyen d'une ossature en fer avec remplissage en briques de ciment comprimé, mesurait 16 mètres sur 20 mètres. Il reposait sur des fondations en béton de ciment dans lesquelles étaient ménagés trois grands réservoirs :

1° Pour l'eau propre, c'est-à-dire l'eau de la ville ;

2° Pour l'eau condensée chaude, destinée à l'alimentation des chaudières ;

3° Pour l'eau de refroidissement des condenseurs.

Ce dernier réservoir était alimenté par la station hydraulique établie sur les bords du Rhin, dont l'eau était amenée directement dans les bassins des cheminées de refroidissement, qui communiquaient avec le réservoir en question par des conduites souterraines.

Les condenseurs proprement dits étaient placés à l'air libre, dans l'espace qui séparait le bâtiment des pompes de la galerie des machines.

Tous les appareils mécaniques, c'est-à-dire les pompes et les machines à vapeur destinées à les faire fonctionner, étaient installés dans le bâtiment spécial dont il s'agit.

L'installation était double, et chaque partie qui, comme nous l'avons dit, était capable de condenser 35 000 à 40 000 kilogr. de vapeur par heure, était indépendante de l'autre.

Les vapeurs d'échappement des machines étaient réunies dans un collecteur de 0m 90 de diamètre et de 7 mètres de longueur, sur lequel étaient adaptées deux tubulures de 0m 80 de diamètre (fig. 1 à 4, pl. V) qui conduisaient chacune la vapeur d'échappement aux condenseurs.

Installation de la maison Sack et Kiesselbach. — Cette installation se compose (fig. 1 du texte et fig. 1 à 3, pl. V) :

1° D'un séparateur d'huile et de sa pompe spéciale ;
2° De deux condenseurs verticaux par surface ;
3° D'une pompe à air, système compound, pour un volume de 47 mètres cubes par minute ;
4° D'une pompe à piston plongeur pour l'eau de condensation ;
5° D'une pompe de circulation à piston plongeur pour 17m3,5 d'eau par minute;
6° D'une machine à vapeur compound, de 80 chevaux, pour actionner les diverses pompes.

En arrivant à la condensation, la vapeur traverse d'abord, avant de pénétrer dans le séparateur d'huile, une valve de sûreté, qui permet, en cas d'accident, d'obstruction, ou pour toute autre cause, d'envoyer la vapeur directement dans un tuyau d'échappement à l'air libre.

Séparateur d'huile. — C'est une vaste boite (fig. 2 et 3, pl. V) divisée par des cloisons en tôle perforée, que la vapeur est obligée de traverser en se débarrassant de l'huile entraînée. Le mélange d'eau et d'huile, qui se réunit à la partie inférieure du séparateur, est enlevé par une pompe spéciale. Le liquide arrive à cette pompe sous pression, par son propre poids : il n'y a donc pas de soupape d'aspiration. La pompe à huile est actionnée par une bielle rigide qui prend son point d'appui sur la crosse même du piston de haute pression de la machine à vapeur.

L'eau mélangée d'huile se rend ensuite dans un réservoir de décantation et peut, au besoin, traverser un filtre d'où l'eau pure est reprise par une conduite qui l'amène au réservoir général d'eau chaude.

Condenseurs. — Les deux condenseurs verticaux (fig. 1 à 3, pl. V) sont placés côte à côte sur un socle en béton élevé de 1m 30 environ au-dessus du niveau de la salle des pompes. Leur hauteur totale est de 7m 50 ; leur diamètre, de 2 mètres. Les faisceaux tubulaires en laiton qui la composent ont 3m 50 de hauteur, et débouchent, en bas et en haut, dans des boites de circulation d'eau. Entre ces deux boites se trouve la chambre de condensation traversée par les faisceaux tubulaires.

L'eau de refroidissement circule donc *dans les tubes* et la vapeur à condenser circule *autour* de ces tubes, dans les chambres de condensation, où des chicanes sont disposées pour obliger la vapeur à suivre un parcours de refroidissement méthodique. De même, les faisceaux tubulaires sont disposés et divisés de manière que l'eau de refroidissement suive un chemin inverse de la vapeur à condenser.

La partie supérieure du condenseur est ouverte à l'air libre. Cela permet le nettoyage du faisceau tubulaire, même pendant la marche. Un escalier en fer et une galerie permettent d'y accéder.

Une disposition spéciale des boites à eau inférieures permet d'extraire les boues, même pendant la marche.

Pompe à air, système compound. — Cette pompe doit, comme à l'ordinaire, faire le vide dans les chambres de condensation.

Les pompes à air *humides* ordinaires, quand elles marchent lentement, remplissent parfaitement ce but, mais quand des raisons d'économie obligent à diminuer le volume des pompes en augmentant leur vitesse, l'air à comprimer et à déplacer se dissout et se dégage, alternativement, sous l'influence de la pression ou du vide. Il résulte de ce phénomène, que l'effet utile de la pompe est diminué d'autant que si on avait un espace nuisible capable de contenir la quantité d'air ainsi déplacée. Par exemple, si cet espace nuisible imaginaire correspond à 5 °/₀ du volume de la pompe, il est évident que pour un vide de 0,95, l'effet utile se trouve réduit à zéro. Pour remédier à cet inconvénient, on a employé les pompes à air dites *pompes sèches*, qui donnent un bon résultat, mais aux dépens de l'économie du fonctionnement.

En appliquant la disposition compound aux pompes à air, la maison Sack et Kiesselbach est entrée, évidemment, dans une voie nouvelle, et les résultats qu'elle a obtenus nous ont paru assez remarquables pour justifier l'extension que nous donnons à cette description.

Une pompe à air de grand diamètre aspire d'abord l'air des chambres de condensation et le comprime d'une petite quantité, par exemple le double de sa tension initiale. Pendant la période aspirante de la course du piston, l'air contenu dans les espaces nuisibles, ayant été peu comprimé, arrive rapidement à atteindre une tension égale à la tension initiale, et le travail d'aspiration commence.

L'air comprimé une première fois est envoyé, avec une certaine quantité d'eau froide, dans la conduite intermédiaire qui sert de receiver. Cette addition d'eau froide est destinée à absorber la chaleur de compression. Ensuite, le mélange passe dans la pompe à haute pression et est expulsé à l'extérieur.

Pour rendre ces phases bien visibles, il a été fait sept essais successifs, pendant lesquels on a laissé rentrer au condenseur des quantités

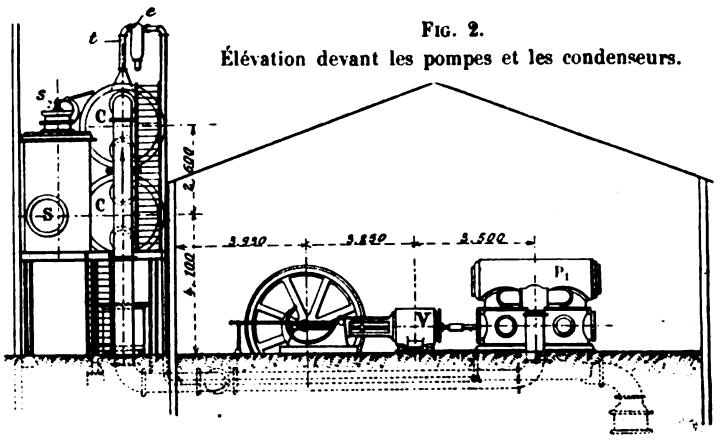


FIG. 2.
Élévation devant les pompes et les condenseurs.

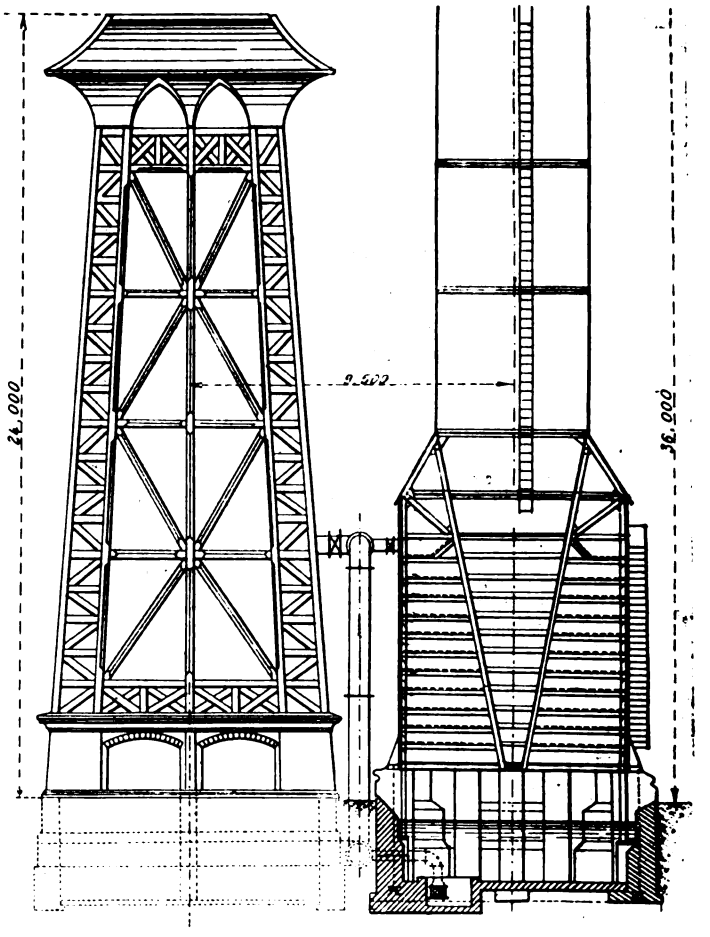


FIG. 3. — Élévation et coupe verticale des réfrigérants.

d'air de plus en plus grandes, pour diminuer le vide, depuis 0,98 jusqu'à 0,75. Les diagrammes relevés, et que nous donnons (fig. 4, pl. V), montrent que dans tous les cas l'action de la pompe à air compound est absolument sûre.

Le rapport de compression dans le grand cylindre est à peu près constant : *il est indépendant de l'importance du vide* et dépend uniquement du rapport qui existe entre les deux pompes. Ce résultat, qui paraît surprenant au premier abord, est absolument vérifié par l'expérience.

Digitized by Google

Pompe à piston plongeur pour l'eau de condensation. — Cette pompe doit extraire un volume de 80 mètres cubes d'eau par heure. Elle est disposée en prolongement du cylindre à basse pression de la machine à vapeur, et du côté de la manivelle. Elle n'est donc pas dans l'axe de ce cylindre, mais légèrement de côté.

Elle est commandée, de la même manière que la pompe à huile, par une bielle qui prend le mouvement à la crosse du piston.

La pompe à huile et la pompe à eau condensée sont placées symétriquement de chaque côté du volant et utilisent ainsi l'espace libre qui se trouve derrière l'arbre de la machine. Cette disposition a permis de ne pas allonger démesurément la machine, sans employer de transmissions compliquées.

L'eau condensée est prise à la partie inférieure des chambres de condensation, et dirigée vers le bassin d'alimentation des générateurs.

Pompe de circulation. — Cette pompe, très puissante, puisqu'elle doit aspirer et refouler 17^{m3} 5 d'eau par minute, est disposée en tandem, derrière le piston basse pression de la machine à vapeur.

C'est une pompe à piston plongeur intérieur et à presse-étoupes intérieurs. Elle aspire l'eau du bassin d'eau froide placé dans les fondations et qui communique avec les cuvettes des cheminées de refroidissement, et refoule cette eau à 7 mètres de hauteur dans ces cheminées.

Machine à vapeur. — La machine motrice qui actionne les diverses pompes que nous venons d'énumérer, est une machine compound jumelle de 80 chevaux. Malgré sa faible vitesse (50 tours), cette machine ne consomme que 7 kilogr. de vapeur par cheval-heure.

La distribution se fait par tiroirs Rider plans.

On a cherché à donner à cet ensemble une résistance et une solidité à toute épreuve. Les bâtis sont extrêmement robustes, toutes les pièces mécaniques sont étudiées de manière à ne donner aucun risque d'accident, ou du moins, à les éviter le plus possible. Il est, en effet, très important pour une condensation centrale, de la bonne marche de laquelle dépend souvent toute l'exploitation d'une usine, d'offrir toutes garanties possibles de durée et de fonctionnement ininterrompu.

Installation de la maison Balcke et C^{ie}. — Cette installation (fig. 2 à 5) est tout à fait analogue à la précédente : elle n'en diffère que par quelques points de détail que nous allons indiquer.

Avant d'arriver aux condenseurs, la vapeur traverse un séparateur

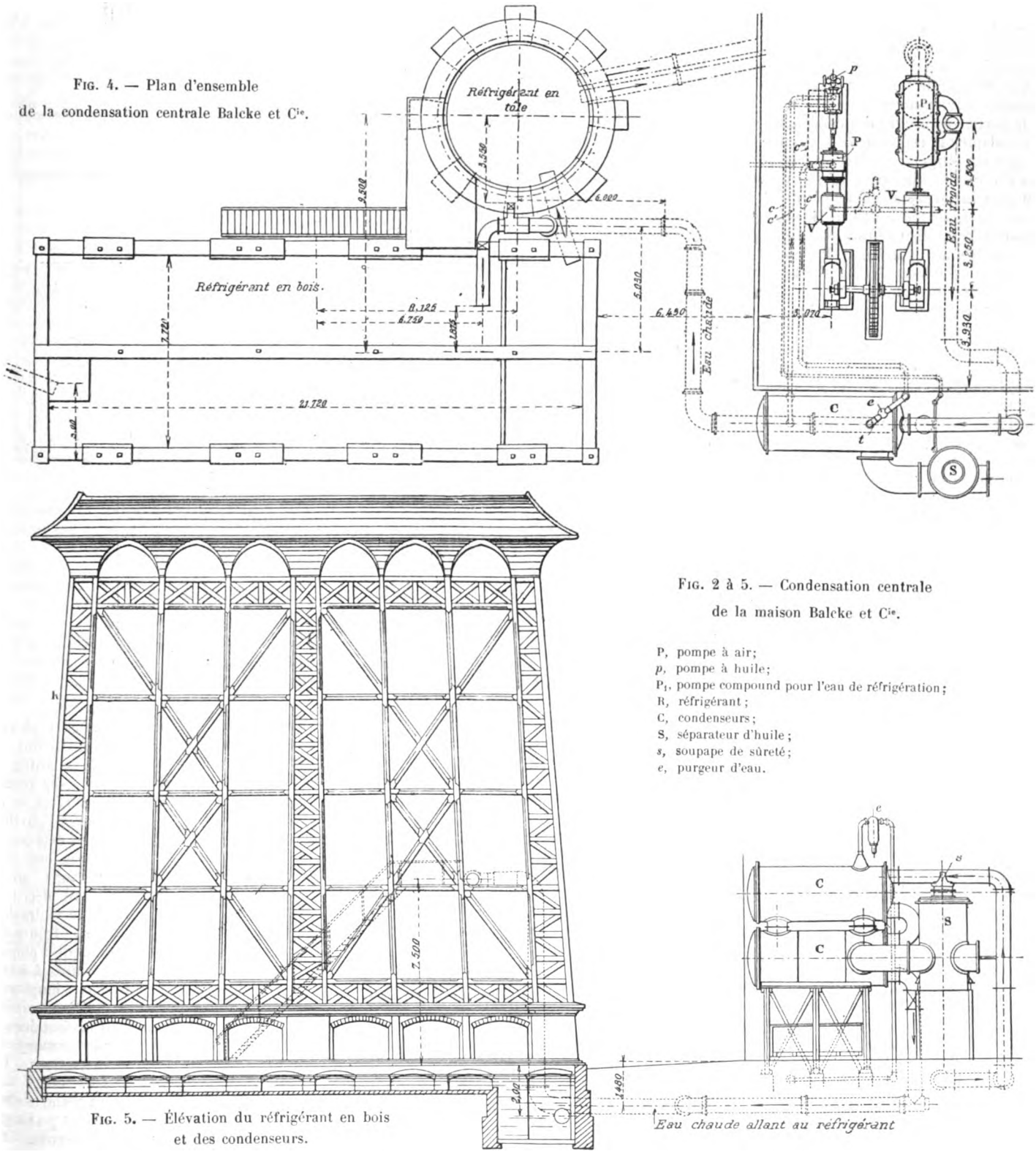


FIG. 4. — Plan d'ensemble de la condensation centrale Balcke et C^{ie}.

FIG. 2 à 5. — Condensation centrale de la maison Balcke et C^{ie}.

P, pompe à air;
p, pompe à huile;
P$_1$, pompe compound pour l'eau de réfrigération;
R, réfrigérant;
C, condenseurs;
S, séparateur d'huile;
s, soupape de sûreté;
e, purgeur d'eau.

FIG. 5. — Élévation du réfrigérant en bois et des condenseurs.

Digitized by Google

d'huile S, comme dans l'installation précédente. Ce séparateur d'huile (fig. 2 et 5) porte à sa partie supérieure une soupape de sûreté *s*, afin de permettre à la vapeur de s'échapper au cas d'obturation des condenseurs ou des conduites. Les deux condenseurs C (fig. 2 et 5) placés l'un au-dessus de l'autre, consistent en deux corps cylindriques contenant des faisceaux tubulaires en laiton. La vapeur circule autour des tubes et l'eau passe à l'intérieur. Les chambres de condensation sont divisées chacune en deux parties par des chicanes longitudinales, afin de forcer la vapeur à suivre un chemin méthodiquement contraire à celui de l'eau de refroidissement. Ici les condenseurs sont placés horizontalement : leurs faisceaux tubulaires ne sont pas accessibles pendant la marche des appareils. L'eau condensée est reçue en dessous du condenseur dans un bassin, d'où elle est dirigée sur trois chambres de filtration remplies de sciure de bois. Ce n'est qu'après ce traitement d'épuration que l'eau, aussi dépouillée de matières grasses qu'il est pratiquement possible de le faire, est dirigée sur le bassin où viennent aspirer les pompes alimentaires.

A la partie supérieure des condenseurs se trouve la tubulure *t* où vient s'adapter la conduite de la pompe à air. Sur cette conduite est interposé un purgeur *e* d'eau entraînée.

Les diverses pompes nécessaires au fonctionnement de ces condenseurs sont installées dans le bâtiment spécial que nous avons déjà indiqué. La machine à vapeur V qui les actionne est une machine compound, avec distribution par soupapes au cylindre H. P. et par tiroirs Corliss au cylindre B. P. Toutes les pompes sont actionnées par les prolongements des tiges des pistons.

Sur le côté du cylindre H. P. est placée la pompe à air P (fig. 4) (2000 mètres cubes environ par heure), puis, à la suite, les pompes *p* à huile et à eau condensée, qui sont réunies et combinées ensemble.

Ces deux pompes combinées consistent en une pompe double à double piston plongeur et sans soupapes d'aspiration. Les liquides arrivent à la pompe par l'effet du vide. Cette *communication au vide*, qui constitue un système spécial à la maison Balcke, a une grande importance pour le travail régulier des pompes, étant donné qu'elle se charge d'éviter à la pompe elle-même le travail d'aspiration. Au bout de chaque course, le corps de pompe est mis en communication avec le vide et la pompe à air, de sorte que l'eau condensée, d'une part, et le mélange « eau et huile » d'autre part, arrivent sans charge et sans aucune résistance sous le piston de la pompe chargée de les recevoir. Des amas d'air ne peuvent donc pas se produire et un manque de fonctionnement de la pompe est absolument écarté.

La conduite de communication du vide est raccordée au tuyau d'aspiration d'air à proximité du cylindre de la pompe à air. Afin de pouvoir suivre le fonctionnement de ces pompes, des hublots, garnis de glaces, sont ménagés dans les parois du corps de pompe, et une lampe électrique permet d'en éclairer l'intérieur par transparence.

La pompe de circulation n'offre rien de particulier. C'est une très forte pompe à piston plongeur et à presse-étoupes intérieurs, pouvant débiter environ 1 200 mètres cubes à l'heure.

Afin de faire exactement comprendre l'ensemble d'une condensation par surface, telle que les installe la maison Balcke et Cie, nous donnons ci-contre (fig. 4), indépendamment des dessins relatifs à l'installation de Düsseldorf, un croquis schématique d'une condensation. On pourra y voir la communication au vide, et la circulation complète de l'eau condensée et de l'eau de refroidissement.

La pompe à air P est une pompe sèche munie d'un tiroir cylindrique à l'aspiration. Ce tiroir est actionné par un excentrique calé sur un prolongement de l'arbre de renvoi qui commande la distribution par soupapes du cylindre H. P.

Réfrigérants. — Les compléments indispensables de grandes condensations centrales sont des réfrigérants à cheminées pour l'eau de circulation. Les deux réfrigérants de l'Exposition de Düsseldorf étaient l'un en bois et l'autre en fer.

Le réfrigérant en bois est d'une construction bien connue; nous en donnons une coupe dans le croquis schématique (fig. 5).

Le réfrigérant en fer est, au contraire, d'une construction toute nouvelle. Ce réfrigérant est surmonté d'une cheminée en tôle de 35 mètres de hauteur (fig. 3), qui produit un courant d'air puissant, permettant un grand débit sur un emplacement très réduit. La distribution d'eau, spécialement étudiée en vue de ce puissant courant d'air, se fait par des tôles perforées galvanisées placées sur une ossature intérieure en fer. Toutes les parties extérieures et intérieures de ces réfrigérants sont accessibles, de manière à pouvoir les maintenir toujours soigneusement peintes. Les avantages de ces réfrigérants en fer sont donc d'occuper moins de place et d'être d'une durée beaucoup plus grande que les réfrigérants en bois.

Condensation centrale de la maison Brinkmann. — Le pavillon spécial de l'Exposition des Mines avait également sa condensation centrale (fig. 6 à 8). C'était une condensation par mélange, du système Weiss (fig. 6 et 7), dont le principe et les détails de construction sont suffisamment connus pour que nous n'ayons pas besoin de nous étendre à ce sujet.

La pompe à air P est une pompe sèche du système Weiss. Elle est actionnée directement par le prolongement de la tige du cylindre de la machine à vapeur. D'autre part, l'arbre du volant de cette machine porte deux poulies qui commandent par courroies deux pompes rotatives p_1, p_2 (fig. 7 et 8), dont l'une sert à élever l'eau chaude en haut du réfrigérant R, et l'autre à puiser l'eau froide dans le bassin inférieur *b* de ce dernier, et à l'amener au condenseur. Cette condensation

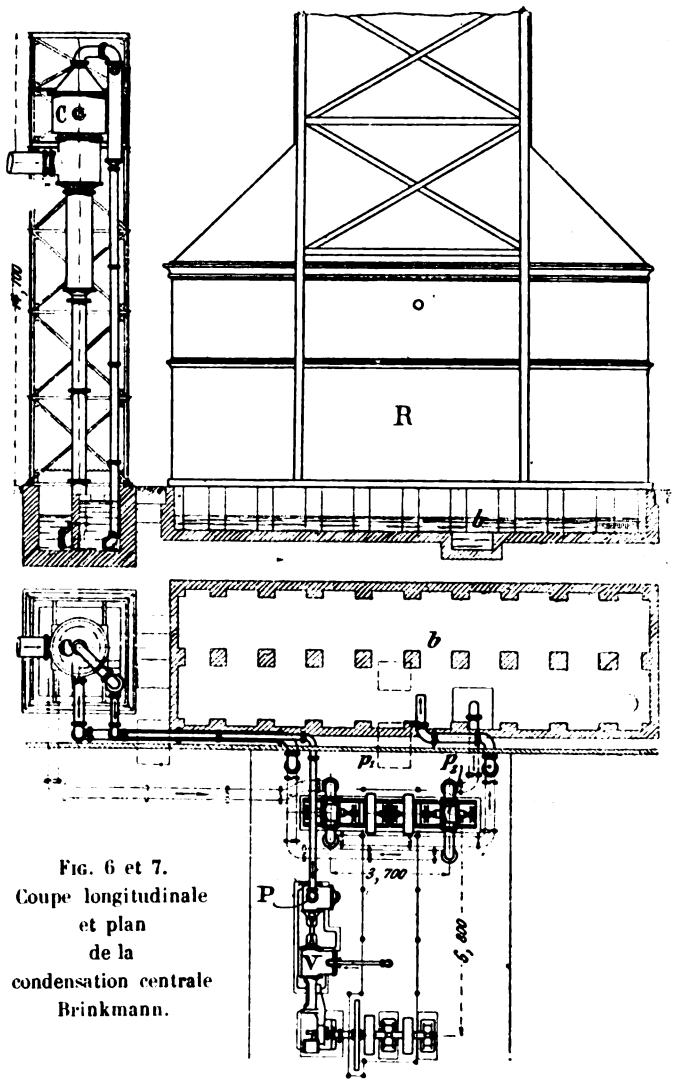


FIG. 6 et 7. Coupe longitudinale et plan de la condensation centrale Brinkmann.

centrale devait condenser 12500 kilogr. de vapeur à l'heure et employait 4 500 litres d'eau de refroidissement à la minute. On voit, par ces chiffres, qu'au point de vue de l'importance et de la quantité de vapeur dépensée, la station du Pavillon des Mines était assez remarquable. C'est, en effet, dans ce pavillon qu'était exposée la grande pompe dont nous avons précédemment décrit la machine motrice, et que se trouvaient également la plupart des pompes à action directe employées par l'Exposition pour les fontaines, le refroidissement des condensations, l'arrosage, etc., ainsi qu'un grand nombre d'autres pompes, compresseurs, machines d'extraction, etc.

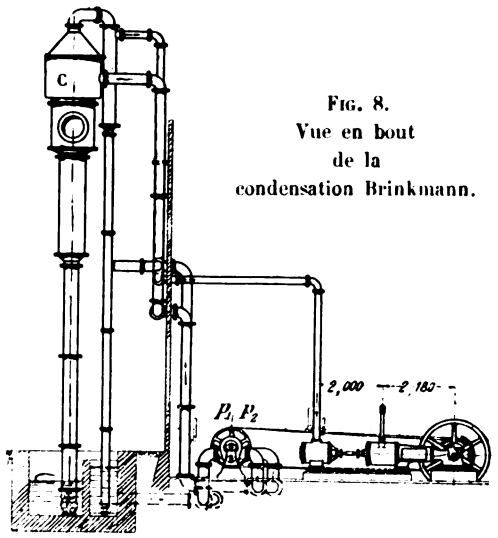


FIG. 8. Vue en bout de la condensation Brinkmann.

La condensation centrale du Pavillon des Mines avait été construite et exposée par la maison Brinkmann, de Witten, et le réfrigérant en bois par la maison Blasberg, de Düsseldorf. Ce dernier offrait ceci de particulier qu'à la place du plancher de dispersion on avait disposé des grilles en bois portant des morceaux de pierre ou des cailloux sur lesquels tombait l'eau chaude. Ce système donnait un bon résultat au point de vue de la rapidité du refroidissement.

P.-F. DUJARDIN,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Digitized by Google

MÉCANIQUE

ÉQUILIBRAGE DES MACHINES

(Suite [1].)

Équilibrage par contrepoids d'une machine à quatre manivelles. — Supposons déterminés par les méthodes indiquées ci-dessus les segments résultants du polygone des forces et du polygone des moments, et proposons-nous de rechercher l'orientation et la valeur des contrepoids à disposer pour obtenir l'équilibrage. Pour simplifier, nous supposerons que les longueurs des segments représentent non les effets d'inertie, mais les poids mêmes des masses fictives, placées sur les soies, correspondant à ces effets d'inertie.

Pour les mêmes raisons que celles indiquées pour la machine à trois manivelles, nous considérerons d'abord le cas de l'équilibrage par addition de contrepoids sur les manivelles extrêmes. Une méthode identique à celle que nous avons indiquée pour la machine à trois manivelles peut être appliquée.

Nous indiquons, ci-dessous, une méthode plus générale permettant de déterminer les contrepoids à disposer en deux points déterminés de l'arbre pour obtenir une réaction verticale et un couple d'inertie donnés.

Soient R et R' (fig. 24) les segments fermant les polygones des forces et des moments, et correspondant par suite aux effets d'inertie des contrepoids à disposer.

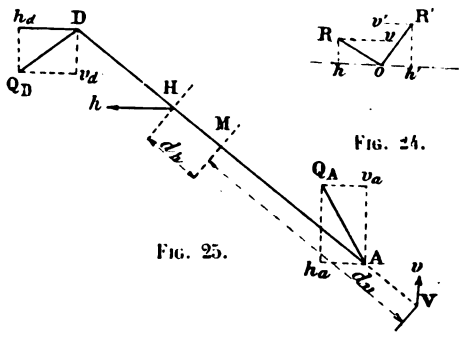


Fig. 24.

Fig. 25.

Soient h et h' les composantes horizontales, v et v' les composantes verticales de ces segments. Les segments h et h' représentent les effets d'inertie d'une masse de poids h, orientée suivant Oh et placée à une distance d_h du plan de comparaison (que nous supposons être le plan milieu) telle que $Oh \times d_h = oh'$.

Les segments oh et oh' étant de sens contraires, cette distance doit être prise, d'après les conventions adoptées, sur l'arrière du plan de comparaison.

Représentons l'axe de l'arbre en perspective cavalière (fig. 25) de façon à avoir pour chaque section normale à l'axe les segments représentés en vraie grandeur et vraie direction. Prenons $MH = d_h$: le segment $Hh = Oh$ représente en position, direction et poids, la valeur du contrepoids à disposer sur l'arbre; ce contrepoids est équivalant aux deux contrepoids, placés sur les manivelles extrêmes A et D, représentés par les segments Ah_a et Dh_d, segments composants, suivant les lois de la composition des forces parallèles, du segment Hh.

D'une façon analogue, les segments ov, ov' représentant les effets d'inertie suivant la verticale nous conduisent à un contrepoids unique Vv disposé en V, contrepoids équivalant aux deux contrepoids représentés par Av_a et Dv_d, segments composants du segment Vv.

Les résultantes Q_A et Q_D des segments Ah_a et Av_a d'une part, Dh_d et Dv_d d'autre part, représentent en grandeurs et directions les contrepoids à disposer en A et D.

De même que pour la machine à trois manivelles, il pourra y avoir intérêt pour la réalisation pratique de l'équilibrage à disposer des contrepoids aux quatre manivelles. Le problème comporte alors plusieurs solutions qui se ramènent toutes, comme la précédente, à des compositions de forces parallèles.

Équilibrage d'une machine à quatre manivelles par un choix convenable d'angles de calage. — Proposons-nous maintenant de déterminer les conditions d'équilibrage d'une machine à quatre manivelles et prenons, par exemple, la machine considérée précédemment. Supposons que, par suite des conditions d'encombrement et d'installation générale à bord, l'ordre des cylindres ne puisse pas être modifié, non plus que les distances des axes des cylindres.

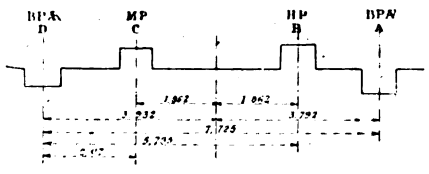


Fig. 26.

Fig. 27.

Supposons que les poids des équipages mobiles des cylindres H. P. et M. P. soient ceux donnés par le tableau I et que les angles des manivelles des cylindres H. P. et M. P. soient conservés à 90 degrés (fig. 26 à 29). Il reste à déterminer :

Les poids des deux équipages B. P.;

Les angles correspondants.

Soit quatre éléments correspondant aux quatre conditions d'équilibrage.

Prenons les moments par rapport à un plan passant par l'axe du cylindre (B. P. AR) et traçons le polygone des moments. Pour qu'il y ait équilibrage, il faut que ce polygone soit fermé sur lui-même; l'équipage D donnant un moment nul, le polygone est réduit à un triangle. Connaissant le calage des manivelles H. P. et M. P. et les poids des pistons H. P. et M. P., nous pouvons tracer les deux côtés correspondants perpendiculaires l'un à l'autre et ayant comme longueurs :

$$OB' = 217{,}874 \qquad B'C' = 85{,}418.$$

Pour qu'il y ait équilibrage, il faut que le segment correspondant au cylindre (B. P. AV) soit en direction et en longueur — C'A', le point A se confondant avec le point O, d'où l'orientation de la manivelle A et le moment de l'équipage correspondant : 233 997 (fig. 29).

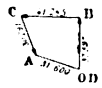


Fig. 28.

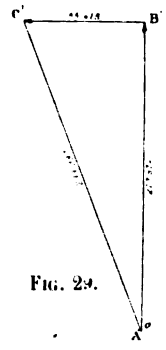


Fig. 29.

Ce moment correspond à une force d'inertie de 30 291.

Nous pouvons tracer les trois côtés OB, BC, CA du polygone des forces. Pour qu'il y ait équilibrage, il faut que ce polygone soit fermé, c'est-à-dire, que le quatrième côté soit le segment AD, le point D se confondant avec le point O, d'où le calage de la quatrième manivelle et la force correspondante d'inertie.

De ces forces d'inertie on déduit immédiatement les poids des équipages mobiles que donne le tableau suivant, dans lequel les chiffres entre parenthèses résultent des graphiques (fig. 28 et 29) :

Tableau II

DÉSIGNATION des MANIVELLES	DÉSIGNATION des CYLINDRES	POIDS des ÉQUIPAGES	$\frac{\omega^2 r}{g}$	$\frac{\omega^2 r}{g} \times p$	d	$\frac{\omega^2 r}{g} \times p \times d$	ANGLE DE CALAGE par rapport à la manivelle HP
		kilogr.			mètres		
A	BP (AV)	(3 303)	9,169	(30 291)	7,725	(233 997)	(158°30')
B	HP	4 100	9,169	37 597	5,793	217 874	0°
C	MP	4 500	9,169	41 265	2,07	85 418	270°
D	BP (AR)	(3 440)	9,169	(31 600)	0	0	(107°30')

Tous les éléments de la machine sont déterminés et la machine se trouve complètement équilibrée (sous réserve des perturbations dues à l'obliquité des bielles).

Nous trouvons pour les équipages B. P. des poids inférieurs aux poids prévus. Il est bien évident que si les équipages B. P. ne peuvent pas être allégés, et si l'on ne veut pas disposer de contrepoids à l'opposé des bras de manivelles, il suffira d'augmenter les poids des équipages H. P. et M. P. de façon à conserver les mêmes rapports entre les poids de tous les équipages mobiles.

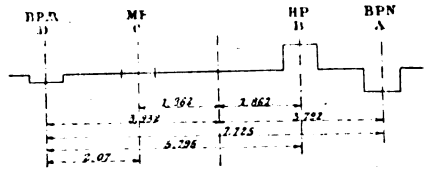


Fig. 30.

Fig. 31.

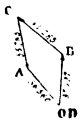


Fig. 32.

Fig. 33.

Supposons que l'on cherche à réaliser l'équilibrage tout en conservant, pour les équipages A, B, C, les poids prévus indiqués au tableau I. Les quatre éléments à déterminer (fig. 30 à 33) sont alors :

Les trois angles;

Le poids de l'équipage D.

Le polygone OB'C'A' doit être un polygone fermé; c'est un triangle dont nous connaissons les trois côtés, et qui nous donne deux des angles de calage.

Nous connaissons les trois côtés du polygone des forces OB, BC, CA. Ce polygone devant être fermé, AO nous donne le calage de la manivelle D, la force d'inertie et, par suite, le poids de l'équipage correspondant. Le tableau III est relatif à ce nouveau cas :

[1] Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 4, p. 51.

Digitized by Google

TABLEAU III

DÉSIGNATION des MANIVELLES	DÉSIGNATION des CYLINDRES	POIDS des EQUIPAGES	$\frac{\omega^2 r}{g}$	$\frac{\omega^2 r}{g} \times p$	d	$\frac{\omega^2 r}{g} \times p \times d$	ANGLE DE CALAGE par rapport à la manivelle HP
		kilogr.			mètres		
A	BP(AV)	3 900	9,169	35 763	7,725	276 261	(165°30')
B	HP	4 100	9,169	37 597	5,795	217 874	0°
C	MP	4 500	9,169	41 265	2,07	85 418	(325°30')
D	BP(AR)	(3 987)	9,169	(36 560)	0	0	(137°30')

Nous obtenons ainsi une deuxième solution de l'équilibrage. Une troisième solution, correspondant au cas où les manivelles H. P. et M. P.

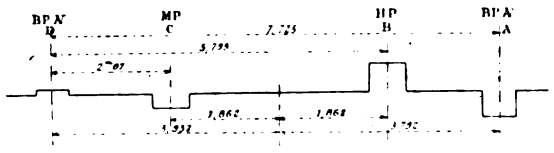


FIG. 34.

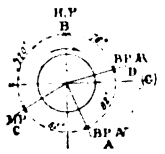


FIG. 35.

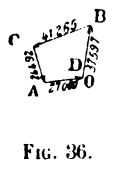


FIG. 36.

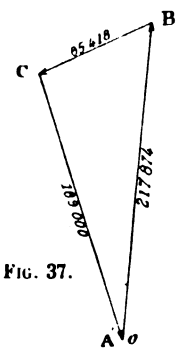


FIG. 37.

sont calées à 120 degrés, est donnée par les figures 34 à 37 et par le tableau suivant :

TABLEAU IV

DÉSIGNATION des MANIVELLES	DÉSIGNATION des CYLINDRES	POIDS des EQUIPAGES	$\frac{\omega^2 r}{g}$	$\frac{\omega^2 r}{g} \times p$	d	$\frac{\omega^2 r}{g} \times p \times d$	ANGLE DE CALAGE par rapport à la manivelle HP
		kilogr.			mètres		
A	BP(AV)	(2 672)	9,169	(24 492)	7,725	(189 000)	(158°)
B	HP	4 100	9,169	37 597	5,795	217 874	0°
C	MP	4 500	9,169	41 265	2,070	85 418	240°
D	BP(AR)	(2 944)	9,169	(27 000)	0	0	(76°)

Le nombre des solutions peut d'ailleurs varier à l'infini ; il y a lieu de choisir entre ces solutions d'après les considérations de poids, de régularité du couple moteur, de facilité de mise en marche de la machine, etc.

INFLUENCE DE L'OBLIQUITÉ DES BIELLES. — La distance du pied de bielle à son point mort, côté opposé à l'arbre, pour un angle α de la manivelle (fig. 38) est égale à :

$$r\left(1 - \cos\alpha + \frac{1}{2}\frac{r}{b}\sin^2\alpha + \frac{1}{8}\frac{r^3}{b^3}\sin^4\alpha\right).$$

En remplaçant $\sin^2\alpha$ et $\sin^4\alpha$ par leurs valeurs en fonction des multiples de l'angle α, l'expression précédente devient :

$$r \times \left[\begin{array}{l} 1 + \frac{1}{4}\frac{r}{b} + \frac{3}{64}\frac{r^3}{b^3} - \cos\alpha \\ -\left(\frac{1}{4}\frac{r}{b} + \frac{1}{16}\frac{r^3}{b^3}\right)\cos 2\alpha + \frac{1}{64}\frac{r^3}{b^3}\cos 4\alpha. \end{array}\right]$$

FIG. 38.

Pour un rapport $\frac{r}{b}$ égal à $\frac{1}{4}$, ce qui est à peu près le maximum admis pour l'obliquité de la bielle, les termes en $\frac{r^3}{b^3}$ sont, en tenant compte de leur coefficient numérique, au plus égaux à $\frac{1}{16} \times \frac{1}{64}$ ou $\frac{1}{1024}$, c'est-à-dire que, dans le cas d'une machine ayant une course de 1 mètre, ces termes ne correspondent qu'à une longueur de 0mm5 au plus. Ils sont pratiquement négligeables et l'on peut prendre pour formule l'expression :

$$r\left(1 + \frac{1}{4}\frac{r}{b} - \cos\alpha - \frac{1}{4}\frac{r}{b}\cos 2\alpha\right).$$

On en déduit immédiatement la valeur de l'accélération en fonction de α :

$$\omega^2 r\left(\cos\alpha + \frac{r}{b}\cos 2\alpha\right).$$

Le terme $\omega^2 r\cos\alpha$ correspond à la valeur de l'accélération, pour une bielle de longueur infinie. Le terme $\omega^2 r \times \frac{r}{b}\cos 2\alpha$ est le terme correctif correspondant à la perturbation produite par l'obliquité de la bielle.

Le terme correctif a la même forme que le terme principal, et est représenté, comme le précédent, par une sinusoïde ; mais l'amplitude de la sinusoïde est diminuée dans le rapport $\frac{r}{b}$ et, d'autre part, la sinusoïde est deux fois plus courte.

Le terme correctif correspondrait à l'inertie d'une masse étant avec la masse considérée dans le rapport $\frac{1}{4} \times \frac{r}{b}$, et tournant autour du même axe, avec une vitesse angulaire double (avec un angle au départ, par rapport à la direction OP, également double).

L'étude de la composition des forces d'inertie correspondant aux termes correctifs est donc la répétition de l'étude correspondant aux termes principaux ; la seule différence est que les segments représentant les forces ou les moments font, avec la direction OP, des angles non plus égaux aux angles des manivelles, mais doubles de ces angles.

L'importance des perturbations produites dans le mouvement du piston par l'influence de l'obliquité de la bielle ressort immédiatement de l'examen des formules ci-dessus.

L'obliquité de la bielle modifie la position du piston, de la quantité :

$$r \times \frac{1}{4}\frac{r}{b}(1 - \cos 2\alpha),$$

soit, pour $\frac{r}{b} = 0{,}25$, de :

$$r \times 0{,}0625\,(1 - \cos 2\alpha).$$

L'écart atteint plus des $^6/_{100}$ de la course, soit plus de 6 centimètres pour une course de 1 mètre.

Les accélérations sont relativement plus modifiées encore, le terme correctif, pour la même valeur de $\frac{r}{b}$, atteignant les $^{25}/_{100}$ de la valeur du terme principal et venant tantôt s'ajouter à ce terme, tantôt s'en retrancher.

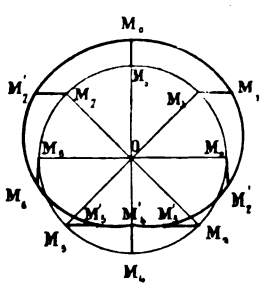


FIG. 39.

On peut construire très rapidement, par points, une courbe donnant les valeurs de la force d'inertie :

$$\frac{\omega^2 r}{g} p\left(\cos\alpha + \frac{r}{b}\cos 2\alpha\right).$$

Il suffit de construire l'épicycloïde définie par la circonférence fixe de rayon $\frac{\omega^2 r}{g} \times p$, la circonférence mobile de rayon $\frac{\omega^2 r}{g} \times p \times \frac{r}{b}$ ayant un déplacement angulaire double du déplacement angulaire de son centre sur la circonférence fixe.

Pour une position OM de la manivelle (fig. 39), la force d'inertie, au lieu d'être donnée par la projection de OM, est donnée par la somme des projections des segments OM (segment primaire) et MM′ (segment secondaire), soit par la projection du segment OM′.

La longueur du segment MM′ étant connue, on déduira immédiatement l'un des deux points M ou M′ de l'autre.

MÉTHODE GRAPHIQUE POUR L'ÉTUDE DE L'ÉQUILIBRAGE D'UNE MACHINE EN TENANT COMPTE DE L'OBLIQUITÉ DES BIELLES. — *Recherche de la résultante verticale d'inertie correspondant aux équipages de pistons.* — Pour déterminer la résultante verticale d'inertie de plusieurs masses à mouvement alternatif, commandées par bielles, il suffira de tracer une épicycloïde analogue à la précédente, dans laquelle les deux segments OM et MM′, au lieu d'être les segments correspondant à un équipage mobile, seront les segments résultants de tous les équipages mobiles. On déterminera donc :

1° Le segment somme géométrique, pour une position donnée de l'arbre, des segments représentant les diverses forces d'inertie :

$$\frac{\omega^2 r}{g} \times p$$

des *masses fictives principales* supposées concentrées sur les axes des soies de manivelles, tournant avec une vitesse ω autour de l'arbre. Nous appellerons ce segment le *segment résultant primaire ;*

Digitized by Google

2° Le segment somme géométrique, pour la même position de l'arbre, des segments représentant les diverses forces d'inertie :

$$\frac{(2\omega)^2 r}{g} \times \frac{1}{4}\frac{r}{b}p = \frac{\omega^2 r}{g}\frac{r}{b}p$$

des *masses fictives secondaires* supposées concentrées sur les axes des soies des manivelles fictives, disposées suivant des rayons faisant à chaque instant, avec la direction des tiges de pistons, un angle double de celui fait par le rayon de manivelle et tournant, par suite, avec une vitesse 2ω autour de l'arbre. Nous appellerons ce segment le *segment résultant secondaire*.

Ces deux segments connus en direction et intensité, on tracera par points l'épicycloïde correspondante.

Cette épicycloïde est définie par :

1° La circonférence fixe ayant pour rayon le segment résultant primaire;

2° La circonférence mobile ayant pour centre l'extrémité du segment résultant primaire, pour rayon le segment résultant secondaire, et ayant un déplacement angulaire double du déplacement angulaire de son centre sur la circonférence fixe;

3° Le point engendrant l'épicycloïde, point qui correspond, pour une position de l'arbre, à un rayon OM de la première circonférence égal et parallèle au segment résultant primaire, à un rayon MM' de la seconde circonférence égal et parallèle au segment résultant secondaire.

La projection du point M' de l'épicycloïde sur la direction des axes des cylindres donnera les valeurs rectifiées des forces d'inertie.

On procédera exactement de la même façon pour les moments des couples d'inertie.

Le tableau V et les figures 40 à 46 sont relatives à l'application de

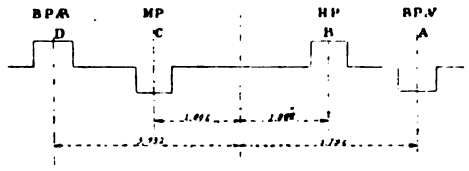


Fig. 40.

Fig. 41.

Fig. 42.

cette méthode au cas déjà considéré de la machine à quatre manivelles calées à 90 degrés.

Dans les figures 43 et 44, relatives respectivement au polygone des forces et au polygone des moments (effets secondaires), les segments ont pour longueur les valeurs de $\frac{\omega^2}{g} r \times p$; ces figures se rapportent aux effets secondaires d'inertie à composer avec les effets primaires, pour tenir compte de l'obliquité des bielles.

Les figures 45 et 46 sont relatives aux épicycloïdes des forces d'inertie et des couples d'inertie.

Tableau V

DÉSIGNATION des MANIVELLES	DÉSIGNATION des CYLINDRES	POIDS des ÉQUIPAGES	$\frac{\omega^2 r}{g}$	$\frac{\omega^2 r}{g} \times p$	d	$\frac{\omega^2 r}{g} \times p \times d$
		kilogr.			mètres	
A	BP(AV)	3 900	9,169	35 763	3,792	135 631
B	HP	4 100	9,169	37 597	1,862	70 024,5
C	MP	4 500	9,169	41 265	1,862	— 76 856,1
D	BP(AR)	3 900	9,169	35 763	3,932	— 140 638

On remarquera que, dans les cas où les quatre équipages mobiles ont le même poids, la machine est rigoureusement équilibrée *pour la résultante verticale d'inertie*, même en tenant compte de l'obliquité des bielles.

L'épicycloïde des moments des couples d'inertie diffère considérablement de la circonférence primaire et montre, comme nous l'avions indiqué précédemment, que l'étude des couples d'inertie ne peut être faite qu'en tenant compte de l'obliquité des bielles.

Cela tient à ce que les segments secondaires oa', $a'b'$, $b'c'$, $c'd'$, peuvent être, et c'est précisément le cas du calage considéré, dirigés tous dans le même sens.

En fait, il y aura lieu de combiner avec les effets primaires dus à ces attelages, les effets analogues dus aux pièces à mouvement de rotation et aux pièces à mouvement alternatif pour lesquelles l'obliquité de la bielle est négligée, comme les tiroirs et leurs mouvements de commande.

Si l'on ne considère que les résultantes d'inertie dans le plan vertical, il suffira, pour avoir les effets totaux d'inertie de faire la somme géométrique des segments correspondant aux têtes de bielles, des segments correspondant aux mouvements de tiroirs, et des segments primaires correspondant aux mouvements de pistons. On obtiendra le segment résultant primaire.

Le segment secondaire sera le segment précédemment déterminé.

Si l'on considère les résultantes d'inertie dans les deux plans (plan vertical et plan horizontal), on recherchera séparément les segments correspondant aux têtes de bielles, qui donneront les effets d'inertie dans le plan horizontal.

Pour avoir les effets dans le plan vertical, on ajoutera au segment résultant obtenu pour les têtes de bielles, ceux qui correspondent à l'ensemble des mouvements de tiroirs et à l'ensemble des équipages de pistons. On combinera, au segment résultant total, le segment secondaire correspondant aux équipages de pistons, suivant la méthode graphique par tracé épicycloïdal indiquée précédemment.

Si l'on veut équilibrer la machine à la fois pour les effets d'inertie dans un plan horizontal et dans un plan vertical, on cherchera, par les méthodes précédemment indiquées, les conditions à réaliser :

1° Pour annuler le segment résultant correspondant aux têtes de bielles et chariots d'excentriques complets;

2° Pour annuler le segment résultant correspondant à l'ensemble des équipages de pistons et des mouvements de tiroirs.

On déterminera ensuite les effets secondaires d'inertie.

Il sera généralement impossible d'arriver à annuler ces derniers effets; entre les différentes solutions permettant d'annuler ou de réduire les effets primaires, on choisira d'après les considérations

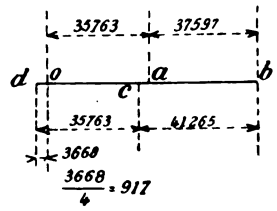


Fig. 43.

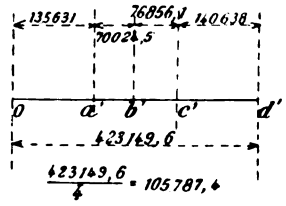


Fig. 44.

Fig. 43 et 44. — Valeurs de $od \times \frac{r}{b} = od \times \frac{1}{4} = 917$; $\beta = 180$ degrés;

$od' \times \frac{r}{b} = od' \times \frac{1}{4} = 105\,787{,}4$; $\beta = 0$ degré.

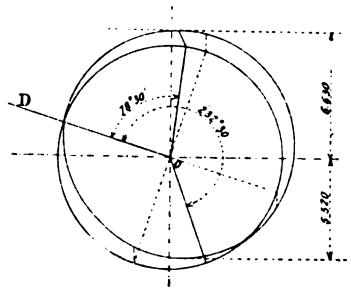


Fig. 45.

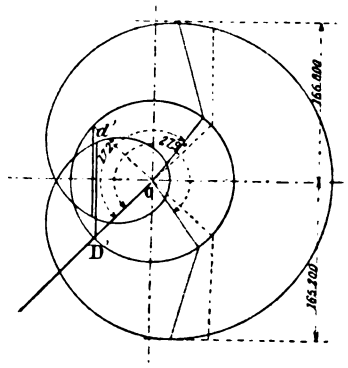


Fig. 46.

Fig. 45 et 46. — *Résultantes verticales maxima :* valeurs : + 6 630 et — 5 520; positions correspondantes de la manivelle H. P. : 78° 30 et 232° 30.

Couples d'inertie maxima : valeurs : + 166,80 et - 165,20; positions correspondantes de la manivelle H. P. : 172° et 279°.

relatives à l'importance des *effets de tangage* et des effets de *réactions verticales*, à la régularité du couple moteur, à la facilité de mise en marche de la machine, etc.

Dispositifs pour la correction des effets d'inertie. — Il est facile de se rendre compte que l'addition d'un contrepoids sur l'arbre ne peut, en aucune façon, réduire la valeur des effets d'inertie dus à l'obliquité des bielles, c'est-à-dire que les effets secondaires d'inertie ne peuvent être diminués par les effets primaires dus à des masses convenablement disposées sur l'arbre.

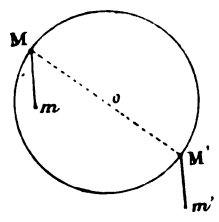


Fig. 47.

Cela résulte immédiatement de la construction même de l'épicycloïde représentant la combinaison des effets secondaires d'inertie avec les effets primaires; si, en un point tel que M, le segment primaire et le segment secondaire ont les composantes verticales se retranchant l'une de l'autre, ces composantes s'ajoutent pour la position opposée M' des manivelles (fig. 47), de sorte qu'en aucun cas les effets primaires et les effets

Digitized by Google

secondaires ne peuvent par leur combinaison atténuer leurs effets maxima.

Le meilleur équilibrage d'une machine sera donc celui qui annule les effets primaires d'inertie, et réduit au minimum les effets secondaires ; pour une même disposition des manivelles et des cylindres, il y aura généralement intérêt à réduire le poids des équipages des pistons et, par suite, à équilibrer les effets primaires au moyen de contrepoids disposés sur l'arbre et non par addition de poids sur le train de certains pistons.

L'équilibrage complet d'une machine nécessitera des dispositions telles que les effets secondaires se détruisent entre eux.

Équilibrage parfait d'une machine. — On peut établir simplement quelles sont les conditions à remplir pour annuler les effets secondaires d'inertie.

Prenons le cas d'une machine à quatre manivelles :

Soient (fig. 48 et 49) A B C D les manivelles successives calées à

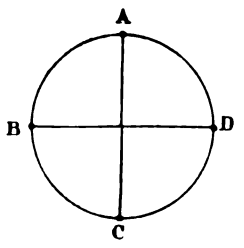


FIG. 48.

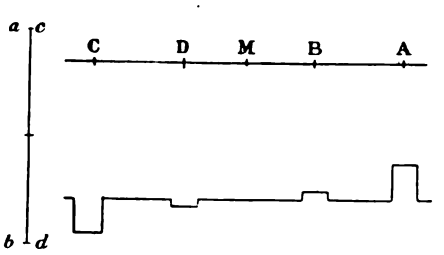


FIG. 49.

90 degrés ; les masses fictives secondaires sont en $a\,c$, $b\,d$, et le polygone secondaire des forces d'inertie sera fermé si ces masses sont de même poids. Pour que le polygone secondaire des couples d'inertie soit fermé, il faut que les manivelles A et C soient de part et d'autre du plan milieu de la machine et à la même distance de ce plan, ainsi que les manivelles B et D ; nous sommes conduit ainsi à la disposition des manivelles indiquée ci-contre.

Cette disposition est précisément celle qui conduit pour les effets primaires aux plus grandes valeurs du couple d'inertie, et qui nécessitera, par suite, les plus lourds contrepoids pour l'équilibrage.

(A suivre.)

H. BRILLIÉ,
Ingénieur de la Marine,
Ingénieur à la Société des Chantiers et Ateliers de Saint-Nazaire.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

LUNETTE PYROMÉTRIQUE A RÉTICULE THERMO-ÉLECTRIQUE

La plupart des pyromètres sont introduits dans le four même dont on veut prendre la température, et cette dernière est évaluée par un phénomène physique qui se produit dans l'appareil même : dilatation d'un métal, contraction de l'argile, variation de résistance électrique d'un fil, dilatation d'un gaz, production d'une force thermo-électrique entre deux métaux, affaissement de la porcelaine (montres de Seger), etc.

L'inconvénient de ces pyromètres est que leurs indications sont limitées par le point de fusion du corps même qui les constitue. Par contre, certains peuvent être rendus facilement enregistreurs, tel le couple thermo-électrique bien connu de M. Le Chatelier qui produit une énergie électrique suffisante pour déplacer l'aiguille enregistrante.

Dans un autre esprit sont conçus les *pyromètres optiques* qui mesurent à distance la température par la radiation émise ; ils ne sont plus limités dans leurs indications, mais tous conduisent à une mesure photométrique consistant à comparer l'égalité d'éclairement de deux plages voisines. La radiation rouge est généralement choisie. Dans le pyromètre optique de M. Le Chatelier, on amène à égalité d'éclairement la radiation rouge du four et celle d'une lampe étalon au moyen d'une lentille à diaphragme variable. Dans celui plus récent de Wanner, qui semble beaucoup plus compliqué, il est fait usage d'un prisme de Nicol qui éteint, plus ou moins, la radiation rouge du four et celle d'une petite lampe à incandescence, ces radiations ayant été toutes deux préalablement polarisées (1).

(1) Nous avons nous-même combiné un pyromètre optique dans lequel l'égalité d'éclairement des deux plages est obtenue par l'interposition d'un verre absorbant d'épaisseur variable qui est obtenue en faisant glisser une lame prismatique de verre fumé devant la lampe étalon.

Cette disposition conduit à une formule très simple, mais présente les mêmes défauts que les autres pyromètres optiques. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* 26 mai 1902 : *Sur la température de l'arc électrique.)*

Ces mesures, outre qu'elles demandent une certaine habileté, ne permettent pas de faire du photomètre un instrument enregistreur.

Nous avons pensé qu'en s'adressant aux radiations calorifiques, il serait possible de combiner un appareil réunissant les qualités des deux genres de pyromètres actuellement employés. Avant de le décrire, nous allons exposer les principes théoriques sur lesquels il s'appuie.

Principes théoriques sur lesquels est basée la méthode. — Vers 1880, Stéfan a trouvé expérimentalement la relation qui lie le rayonnement calorifique des corps chauds à leur température propre. Depuis, M. Boltzmann et d'autres physiciens ont démontré *l'exactitude théorique* de la loi de Stéfan.

Cette loi est la suivante : *La quantité de chaleur rayonnée par un corps noir, ou par l'orifice d'un four porté à une haute température, est proportionnelle à la quatrième puissance de la température absolue du corps noir ou du four.*

La notion de corps noir, indiquée pour la première fois par Kirchhoff, implique l'idée d'un corps qui émettrait normalement toutes les radiations quand on le chauffe : tels sont, par exemple, le charbon et un grand nombre d'oxydes métalliques.

La source de rayonnement qui se rapproche le plus de la conception théorique de Kirchhoff serait un four de grandes dimensions, ne possédant qu'une ouverture très étroite pour le passage des radiations. Dans ce cas, le rayonnement des parois internes du four, et de tous les corps qu'il renferme, est normal, quel que soit le pouvoir émissif de ces corps ou de ces parois.

Les modes de chauffage employés dans l'industrie réalisent en général ces conditions ; les corps à chauffer sont le plus souvent placés dans un four approprié clos de toutes parts.

Pyromètre de laboratoire. — Le réticule d'une lunette pyrométrique, dont l'objectif est en fluorine, est formé par deux lames étroites et extrêmement minces de fer et de constantan, soudées à leur point de croisement et formant un couple thermo-électrique.

Ces deux lames sont fixées, à leurs extrémités, sur deux disques de laiton C et D (fig. 1), sur lesquels on vient prendre le courant électrique par les bornes b et b'.

Ce dispositif permet de pointer facilement la lunette sur le corps

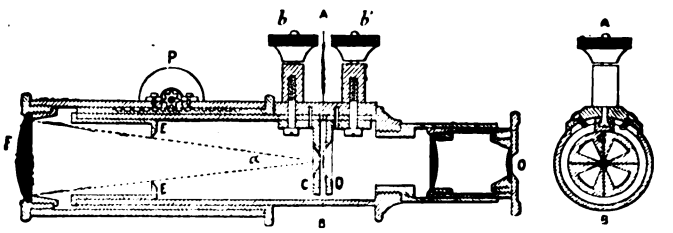


FIG. 1. — Lunette pyrométrique de laboratoire.

chaud, tout en mettant le couple à l'abri des rayonnements parasites latéraux. En effet, si le tube de la lunette s'échauffe, la température de toutes les soudures du couple s'élève également, sans produire de courant électrique.

Pour limiter la longueur des lames exposée au rayonnement, et se mettre ainsi à l'abri des causes d'erreur provenant des *dimensions de l'image objective* (qui doit toujours être plus grande que la soudure), un écran en croix c cache les deux lames en totalité, sauf leur point de croisement.

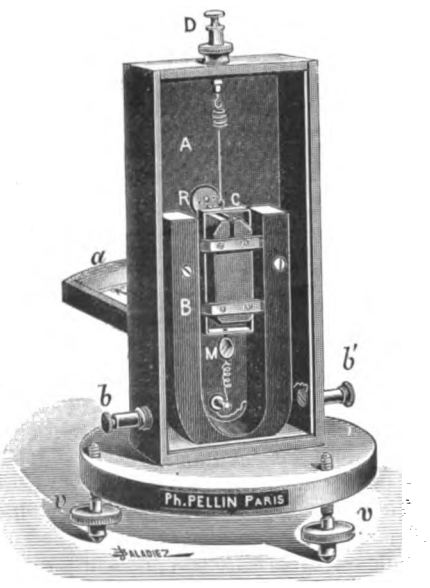


FIG. 2. — Galvanomètre Deprez-d'Arsonval.

D'autre part, pour rendre les indications *indépendantes de la distance* du corps visé on a disposé dans la lunette un diaphragme E, à une distance invariable du réticule, assez grande pour que les bords de l'objectif ne servent jamais. Dans ces conditions, le cône de rayons tombant sur la soudure du couple thermo-électrique a une ouverture constante, quelle que soit la distance de la lentille, c'est-à-dire quel que soit le tirage que l'on donne à la lunette pour la mettre au point.

Digitized by Google

L'expérience montre (1) qu'au delà de 900 degrés, le rapport de la quantité de chaleur absorbée à la quantité de chaleur transmise par la fluorine est constant et égal à $^1/_9$. L'absorption par la fluorine ne modifie donc pas l'allure de la loi de Stéfan ; elle ne fait que diminuer de $^1/_{10}$ environ la sensibilité de l'appareil.

Voici, à titre d'exemple, les indications d'un galvanomètre relié au couple de la lunette (2) :

Déviation du galvanomètre mesurant le rayonnement.	Température indiquée par le couple Le Chatelier.	Température d'après la loi de Stéfan.	Erreur °/₀.
millimètres.	degrés.	degrés.	
11	844	860	1,85
14	914	925	0,84
17,7	990	990	0
21,5	1 054	1 060	0,60
26,0	1 120	1 120	0
32,2	1 192	1 190	0,17
38,7	1 260	1 250	0,8
45,7	1 328	1 320	0,6
52,5	1 385	1 380	0,36
62,2	1 458	1 450	0,50

La source rayonnante était un petit four en corindon artificiel, chauffé par une spirale de fil de platine. En mesurant la déviation donnée par le cratère positif de l'arc électrique, nous avons trouvé 3 490 degrés par extrapolation de la loi, au moyen de l'appareil ainsi étalonné.

Le galvanomètre employé (fig. 2) est du type Deprez-d'Arsonval ; il est monté dans une boîte complètement métallique, qui évite, par sa grande conductibilité, les effets de forces thermo-électriques parasites dans son circuit.

Des dispositions spéciales le rendent très transportable, tout en lui gardant une grande sensibilité : 1 millimètre sur l'échelle transparente placée à 1 mètre représente 0,0000004 volts, soit $^1/_{100}$ de degré de différence de température entre la soudure chaude et la soudure froide du couple de la lunette.

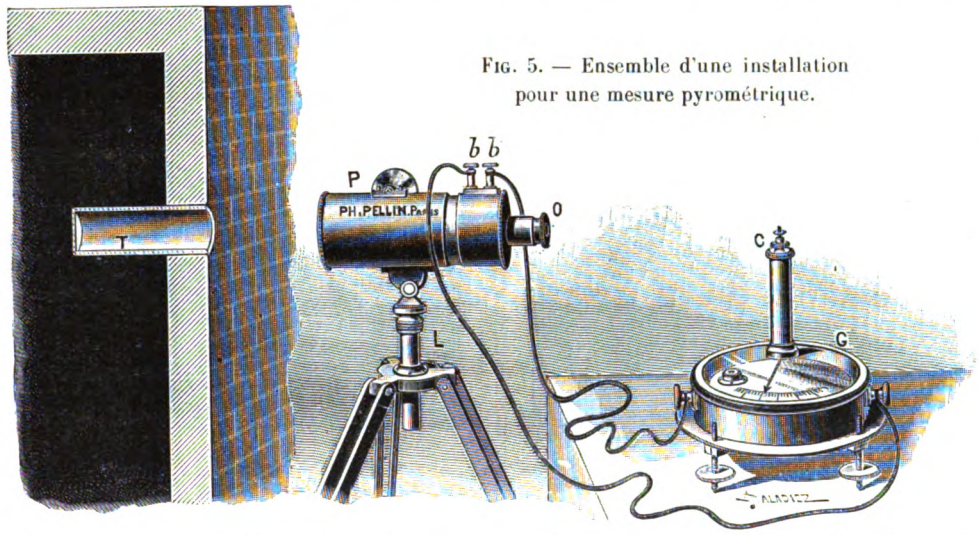


Fig. 5. — Ensemble d'une installation pour une mesure pyrométrique.

Pyromètre industriel. — L'installation d'un galvanomètre à miroir est impossible, le plus souvent, dans une usine ; d'autre part, la rareté relative de gros morceaux de fluorine, propres aux usages de l'optique, ne permet pas de réaliser avec cette matière une lunette assez sensible pour actionner un galvanomètre à aiguille.

Pour répondre aux besoins industriels, nous avons combiné une lunette dont l'objectif, en verre spécial, a une ouverture considérable $\left(\frac{f}{D}=\frac{5}{3}\right)$; elle est reliée électriquement par deux cordons souples à un galvanomètre portatif ordinaire dont la graduation est indiquée en *demi-grandeur* sur la figure 3. En plus de l'échelle des millivolts et des températures de 800 à 1 500 degrés représentée sur la figure, une troisième graduation, non figurée, permet d'atteindre 1 900 degrés, en réduisant la sensibilité par l'introduction d'un diaphragme que l'on peut glisser en E dans la lunette industrielle (fig. 4).

Cet appareil est gradué par comparaison avec un pyromètre en fluorine.

Dans le cas où il est impossible de laisser une ouverture dans la paroi du four pour y viser, il suffit de pointer avec l'instrument le fond fermé d'un tube placé dans le four et formant moufle, comme il est indiqué par la figure 5, qui donne une vue d'ensemble de l'installation.

Les faibles élévations de température auxquelles est soumis le réticule thermo-électrique de la lunette (40 degrés environ) ne peuvent modifier la texture des métaux formant le couple, ce qui assure la constance des indications de l'appareil. Son emploi ne nécessite aucune habileté personnelle, et sa simplicité le rend très facilement transportable.

(1) *Rayonnement calorifique et lumineux de quelques oxydes* (Paris, Gauthier-Villars, 1903) et *Annales de Physique et Chimie*, mars 1903.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 28 avril 1902 : *La mesure des températures élevées et la loi de Stéfan.*

Parmi les quelques travaux déjà exécutés avec ce pyromètre, nous citerons la détermination du point d'ébullition du cuivre.

Le métal était chauffé dans un creuset de graphite disposé dans le

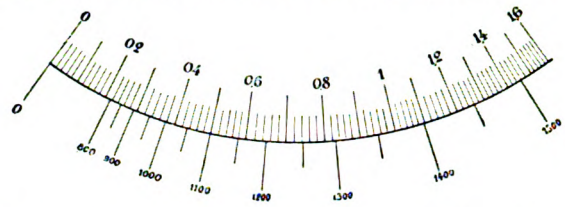


Fig. 3. — Graduation du galvanomètre, en demi-grandeur.

four électrique de M. Moissan (1). On a pu distiller ainsi 5 kilogr. de métal en six minutes.

Mais l'expérience la plus intéressante a été faite sur le laiton, avec

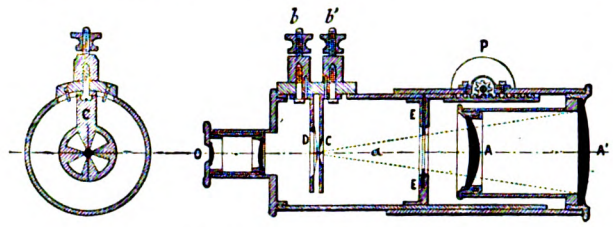


Fig. 4. — Lunette pyrométrique industrielle.

lequel on a pu faire une véritable distillation fractionnée des deux constituants. Ce laiton renfermait 37 °/₀ de zinc.

Le four électrique portait, en plus des deux rainures destinées au passage des charbons qui avaient 6 centimètres de diamètre, une ouverture de 3 centimètres de diamètre qui permettait de viser la paroi du creuset à mi-hauteur.

Le courant a été de 600 ampères sous 80 volts.

Voici, comparativement, la marche ascensionnelle de la température en fonction du temps, le creuset étant d'abord vide, puis rempli d'alliage ; ce creuset cylindrique avait 9 centimètres de diamètre sur 9 centimètres de hauteur et contenait 7 kilogr. de métal :

DURÉE de l'expérience	TEMPÉRATURE creuset vide	TEMPÉRATURE creuset plein		DURÉE de l'expérience	TEMPÉRATURE creuset vide	TEMPÉRATURE creuset plein	
minutes	degrés	degrés		minutes	degrés	degrés	
0	20	20		3,5	2 200	1 980	Distillation du cuivre.
0,5	1 220	1 030	Distillation du zinc.	4	2 280	2 000	
1	1 560	1 100		4,5	2 320	1 930	
1,5	1 800	1 030		5	2 360	2 000	
2	1 920	1 220		5,5	2 400	1 990	
2,5	2 020	1 500		6	2 460	2 000	
3	2 120	1 790		6,5 *	2 500	2 100	

* Courant supprimé.

En une minute et demie, tout le zinc a donc distillé ; à ce moment, la courbe des températures en fonction du temps se redresse, pour rester à nouveau constante jusqu'à la fin de l'expérience. Le dernier point obtenu, en arrêtant le courant, montre l'influence absorbante des fumées qui obstruaient l'orifice de visée du four. Quand on supprime le courant électrique, le métal continue à bouillir quelques instants, et, les fumées se dissipant, on voit la déviation du galvanomètre augmenter. Ce point mesure très exactement le point d'ébullition du métal, que nous avons trouvé être égal à 2 100 degrés ; on

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XXVIII, mars 1903 : *Détermination des points d'ébullition du cuivre et du zinc.*

Digitized by Google

est averti de la solidification par la décroissance lente et régulière du rayonnement.

A l'analyse, le cuivre restant dans le creuset ne renfermait plus trace de zinc, il ne contenait que de petites quantités de carbone à l'état de graphite.

Cet exemple montre le parti qu'on peut tirer de ce pyromètre : il n'est pas limité dans ses indications, il reste toujours identique à lui-même, n'étant soumis directement ni à l'action du foyer ni à celle des gaz ; enfin il peut être rendu facilement enregistreur : il suffit, pour cela, d'adapter à l'aiguille du galvanomètre une plume traceuse appuyant sur le papier qui entoure un tambour cylindrique animé d'un mouvement de rotation uniforme. On obtiendra ainsi un graphique qui donnera la température en fonction du temps.

Ch. Féry,
Docteur ès Sciences,
Professeur à l'École de Physique et de Chimie de Paris.

MÉCANIQUE

TRANSPORT PAR HÉLICES A 200 MÈTRES DE DISTANCE

La longueur des transporteurs à hélices est forcément limitée, à cause du grand effort de torsion que l'arbre de l'hélice aurait à supporter pour de fortes longueurs. Le transport à une certaine distance des produits difficiles à entraîner, devenait de ce fait impossible au moyen de l'hélice qui, d'autre part, est si économique comme dépense de force.

La maison Auguste Denis, de Saint-Quentin, a résolu pratiquement le problème, en divisant l'entraîneur en tronçons d'hélices de longueur convenable, eu égard à la torsion des arbres, et en commandant chaque tronçon par les relais d'une transmission à câbles d'acier.

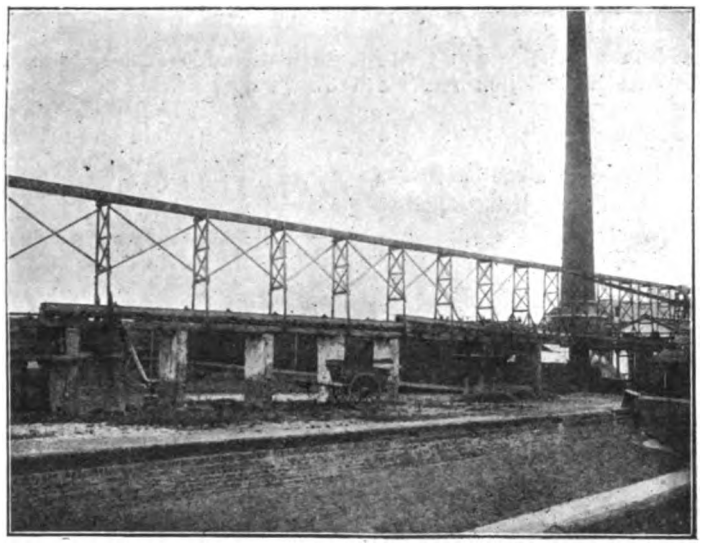


Fig. 1. — Passerelle où se fait le chargement des voitures.

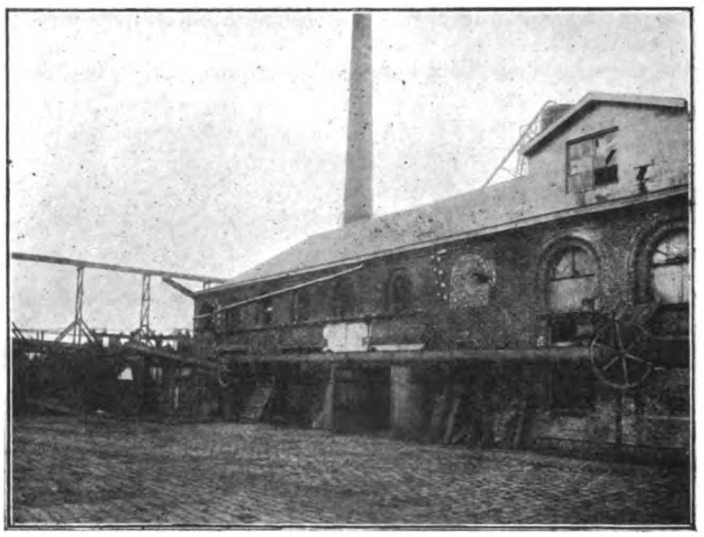


Fig. 2. — Départ de l'usine du transport par hélices.

Les figures 1 à 4 permettent de se rendre compte de l'importance de l'installation.

Il s'agissait de transporter, à 200 mètres de distance, les cossettes pressées d'une fabrique de sucre travaillant 500 000 kilogr. de betteraves, en moyenne, par vingt-quatre heures. Les cossettes devaient être chargées, indifféremment, dans les bateaux du canal situé à proximité, ou dans des chariots de culture. Comme la cour devait rester libre pour le service de réception des betteraves, l'appareil longe au départ le mur de fabrique (fig. 2). Les premières hélices sont simplement portées par ce mur au moyen de consoles en madriers moisés. De là, les hélices prennent une direction perpendiculaire et viennent reposer sur une passerelle existante. C'est à cet endroit (fig. 1) que se fait le chargement des chariots de culture.

A partir de ce point, les hélices se dirigent vers le canal et, grâce à leur légèreté, on s'est contenté de les supporter par une charpente extrêmement simple. Il n'y a de complication qu'à l'arrivée au canal où, pour des raisons administratives, il fallait se contenter de deux points d'appui, espacés de 20 mètres. La figure 3 montre la disposition adoptée. Les appuis sont fournis par deux pylônes composés chacun de quatre colonnes en fonte fortement entretoisées; deux poutres jumelles d'égale résistance sont portées par chaque pylône. Leur forme spéciale avait pour but de fournir le porte à faux imposé au-dessus du chemin de halage du canal. Entre les deux poutres, l'appui est pris sur deux poinçons soutenus par des tendeurs en fer forgé.

La première hélice (fig. 2) reçoit directement la cossette qui tombe des presses, guidée par une trémie en tôle. La cossette va d'une hélice dans l'autre et suit son chemin pour être chargée au moyen de vannes dans les chariots placés sous la passerelle. Quand un chariot est plein, il suffit de fermer la vanne correspondante et la cossette continue vers la vanne suivante, sous laquelle un autre chariot est en attente.

La nuit, toutes les vannes sont fermées et l'entraînement se fait mécaniquement jusqu'au canal. Sur le parcours, une vanne permet, au besoin, de décharger dans une fosse de dépôt.

Le chargement au bateau se fait très commodément au moyen d'un bec tournant, qui facilite la répartition de la charge, combiné avec le déplacement progressif que le marinier imprime à son bateau le long du quai.

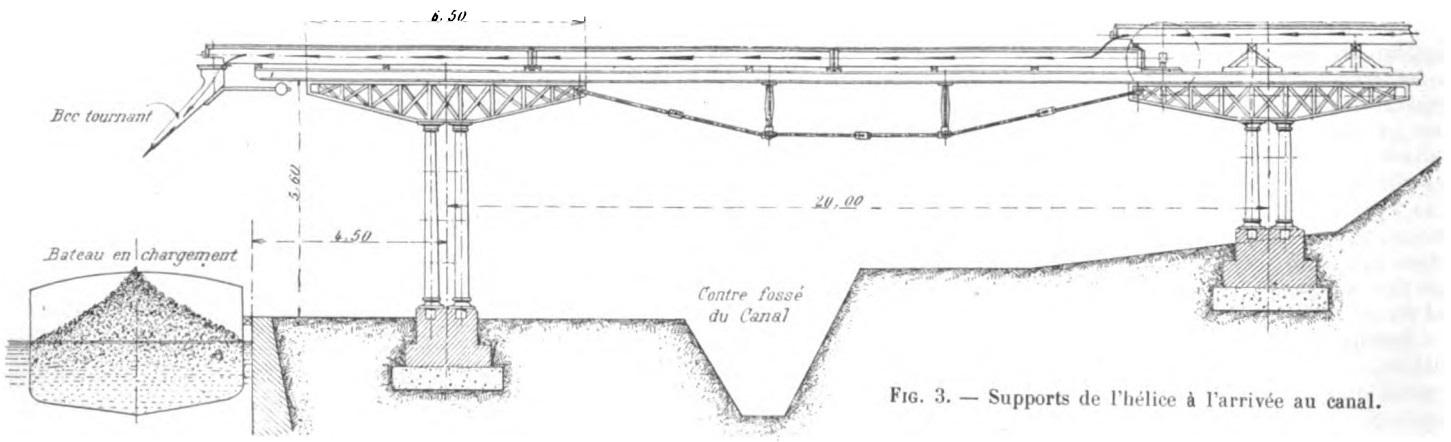


Fig. 3. — Supports de l'hélice à l'arrivée au canal.

Les hélices devaient être assez robustes pour soutenir leur travail nuit et jour pendant trois mois. On a employé dans leur construction un pas de grande longueur, ce qui a permis, avec un matériel d'un diamètre relativement faible, d'obtenir d'énormes débits.

Les supports, assez rapprochés du reste les uns des autres, sont munis d'un système de graissage automatique continu; ils sont, en outre, disposés pour un rattrapage de jeu, en cas d'usure des coussi-

Digitized by Google

nets en bronze; il suffit pour cela d'agir sur les tiges de suspension de ces supports, ce qui peut se faire même en marche.

Pour éviter l'usure de l'arbre qui est l'organe essentiel de l'entraîneur, chaque support est muni d'un manchon d'usure. Les relais de la transmission de mouvement par câbles sont constitués par des bâtis en fonte très robustes, qui forment en même temps plateau de fond de la nochère d'hélice. Cette disposition donne une fixité absolue à la position des axes des engrenages d'équerre commandant chaque tronçon d'hélice. L'arbre intermédiaire porte deux poulies à gorge, l'une de réception et l'autre de renvoi. Chaque hélice travaille donc comme si elle était indépendante et n'a pas plus de fatigue que si elle était seule.

Ce système de commande d'équerre des tronçons d'hélices permet de donner à chaque tronçon la pente que l'on veut, ce qui donne une grande souplesse pour l'utilisation des supports existants au moment de l'installation. C'est le cas, dans l'installation décrite, pour le mur de l'usine et pour la passerelle sous laquelle se chargent les voitures.

Les hélices sont composées de spires en fonte de 350 millimètres de diamètre, fournissant, à 50 tours, un débit de 27 mètres cubes, en ne comptant que le tiers de la contenance. Ces spires sont légères et ont un moyeu de grand diamètre, donnant ainsi une grande résistance à l'endroit où se fait l'entraînement de la surface héliçoïdale par l'arbre.

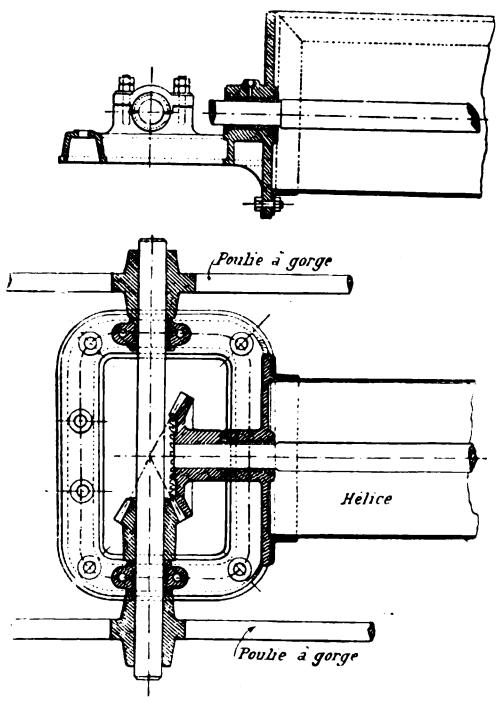


Fig. 5 et 6. — Élévation et coupe horizontale d'une commande d'hélice.

Les spires sont rendues solidaires entre elles et avec l'arbre au moyen d'embrayages.

L'arbre, qui est en fer rond de 60 millimètres de diamètre, porte un renforcement, taillé également en embrayage, qui enclenche les hélices dans le sens de la poussée.

La nochère qui reçoit les spires est en tôles et cornières. Les cornières formant bordures du dessus reçoivent une couverture en tôle, qui protège les spires contre la chute de corps étrangers.

Les supports sont constitués par une traverse en fonte renforcée par des nervures, qui prend appui sur les cornières de bordure, et leur sert en même temps d'entretoise. Cette traverse porte un étrier en fer, dont la partie cintrée est garnie de coussinets en bronze sur lesquels tournent les manchons d'usure de l'arbre.

Les parties droites des étriers sont filetées, ce qui permet un réglage en hauteur des spires, et un rattrapage de jeu en cas d'usure. Ce réglage peut se faire, même en marche, sans aucun inconvénient.

Le graissage est assuré par un tube en fer fileté et monté sur le demi-coussinet en bronze du dessus. La graisse est contenue dans un grand réservoir à piston, agissant d'une façon continue sous la pression d'un ressort.

Les commandes de tête (fig. 5 et 6) sont composées d'un bâti en fonte très robuste, venu de fonte avec le plateau de fond de la nochère. L'arbre de l'hélice se prolonge pour recevoir un engrenage d'équerre qui est attaqué par le pignon de l'arbre intermédiaire.

L'arbre prolongé de l'hélice est porté par une douille en fonte, garnie de bagues en bronze. L'arbre intermédiaire est porté par les deux paliers venus de fonte avec le bâti. De cette façon, la position des engrenages est absolument fixe, et leur butée est assurée d'une façon bien rigide.

En porte à faux, et s'équilibrant à droite et à gauche du bâti, sont calées deux poulies à gorge garnie de cuir (fig. 6). L'une de ces poulies reçoit le mouvement et le transmet, par l'arbre intermédiaire, aux engrenages qui commandent l'hélice. La poulie-roue transmet le mouvement à l'hélice suivante.

Les fonds de la nochère, du côté opposé à la commande, sont des demi-plateaux en fonte avec douille garnie de bronze. Ces demi-plateaux, laissant libre le bas de la nochère, qui est échancrée, évitent tout bourrage sur le fond de la nochère.

Ce mode d'installation, qui a fait ses preuves dans plusieurs campagnes, offre un véritable intérêt au point de vue de l'économie de la main-d'œuvre. Il permet la suppression totale d'un travail lent et pénible de pelletage, chargement et déchargement de wagonets.

L'installation que nous venons de décrire fonctionne aux environs de Saint-Quentin. Ce transport par hélices, sur une distance de 200 mètres, est, croyons-nous, le plus long qui ait encore été réalisé au moyen des hélices. Il a été projeté et exécuté par M. Edmond Denis, Ingénieur des Arts et Manufactures.

Lorsque les transporteurs par hélice, décrits ci-dessus, ont à traiter des matières grasses, collantes, ou des matières dont il y a lieu de protéger les cristaux de toute destruction, la maison Denis emploie des nochères et des hélices émaillées sur toute leur surface travaillante. La surface des spires pousse alors la matière à transporter avec un glissement très doux, sans collage, et pour ainsi dire sans effort. De nombreuses installations, faites en sucreries, ont permis de constater que le rendement est alors augmenté et la force motrice nécessaire diminuée.

VARIÉTÉS

Installation frigorifique du Collège Médical de Cornell (États-Unis).

Le Collège Médical qui vient d'être construit à Cornell (États-Unis) comporte, pour le service de dissection, des installations frigorifiques assez intéressantes et dont nous donnons ici la description d'après l'*Engineering Record*.

Les chambres de réfrigération forment trois compartiments isolés : un grand compartiment pour les corps entiers, un moyen pour les corps et membres déjà coupés, un troisième plus petit pour les cadavres

Digitized by Google

d'animaux. On a accès dans ces trois chambres par un vestibule formant tambour (fig. 1 et 2). L'ensemble forme une sorte de glacière de 7 mètres × 7 mètres sur 4 mètres de hauteur, placée dans une pièce plus grande, celle-ci étant elle-même séparée de la salle où est installée la machine frigorifique.

La machine frigorifique est à ammoniaque et à compression. En la faisant fonctionner seulement pendant trois à six heures par jour, on peut entretenir dans les chambres une température de — 4 à — 6 degrés. L'ammoniaque liquéfiée est envoyée dans des canalisations disposées à la partie supérieure des compartiments; elle s'y vaporise et se détend ensuite en produisant le refroidissement. Une partie de la canalisation est adossée aux murs et portée par des consoles; l'autre est suspendue au plafond, et plonge dans des auges pleines d'eau salée incongelable, ce qui évite, en partie, les inconvénients de la condensation et des fuites. Cette manière de procéder, qui n'est pas celle qu'on emploie ordinairement, est justifiée par l'usage particulier qui est fait ici de la réfrigération. Les fuites d'ammoniaque, s'il s'en produit, n'ont, en effet, aucun inconvénient, mais il faut alors prendre de grandes précautions, non seulement pour empêcher le réchauffement par rayonnement et conductibilité, mais aussi pour éviter que les odeurs ne se répandent dans tout le bâtiment.

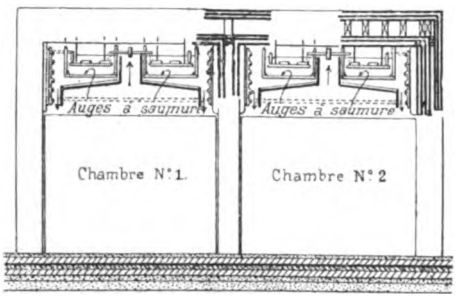


Fig. 1. — Coupe transversale.

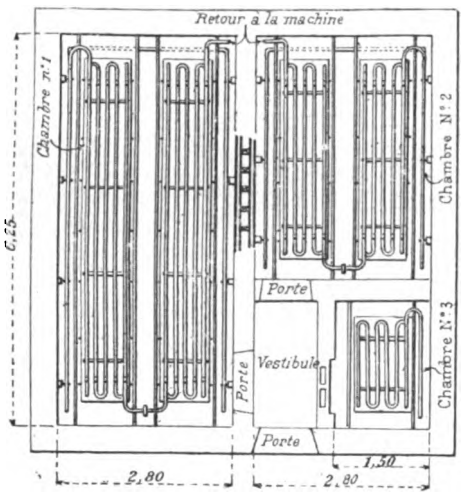


Fig. 2. — Plan.

Le plancher de la salle où est placée la glacière est composé, à partir de la base, des couches successives suivantes (fig. 1) : cendres, béton, deux épaisseurs de carton goudronné double, briques creuses posées de champ, enduit de mortier de ciment, asphalte, deux épaisseurs fortes de carton goudronné, briques creuses, enduit de ciment. Les murs extérieurs ont un revêtement intérieur supplémentaire en briques creuses de 0m 11. Les fenêtres sont doubles et chaque fenêtre a des carreaux de vitre doubles. Le mur, qui sépare la chambre de la salle de la machine, est double ; il est d'une épaisseur de 0m 50 avec un espace vide de 0m 10 entre les deux murs.

La glacière proprement dite est placée de façon que ses parements extérieurs soient à une distance de 0m 60 au moins des murs et du plafond de la pièce.

Les parois latérales formant l'enveloppe de la glacière sont constituées, en allant de l'extérieur à l'intérieur, par les couches successives suivantes (fig. 1) : placage en cyprès à joints verticaux, bardage en planches à joints inclinés, espace vide, bardage en planches à joints inclinés en sens inverse du précédent, poteaux montants en bois (tous les 0m 30), bardage en planches inclinées, espace vide, bardage en planches inclinées en sens inverse du précédent, espace vide, bardage en planches à joints verticaux, espace vide, bardage en planches à joints horizontaux. Tous ces bardages sont recouverts, sur leurs deux faces, d'un papier imperméable de composition spéciale.

A l'intérieur, se trouve un revêtement en feuilles de zinc s'élevant jusqu'à 2m 15. Le plafond est construit d'une façon analogue, sauf que les poteaux sont remplacés par des solives en bois placées tous les 0m 33. Les cloisons séparant les compartiments et le tambour les uns des autres sont construites de la même façon, mais plus simplement. Les quatre portes du tambour sont d'un système particulier, à fermeture absolument étanche pour les gaz.

Sous les auges à eau salée sont des cloisonnements formant guidages, de façon à établir une circulation d'air continue. L'air le moins froid s'élève au milieu entre les auges, se refroidit, puis descend tout autour le long des parois latérales.

La canalisation disposée dans les chambres de réfrigération a une longueur totale de 420 mètres.

Le maréosiphon.

On a récemment installé, au débouché d'un égout dans la Nethe, à Duffel (Belgique), un appareil imaginé par M. Wilhems, Ingénieur principal à Malines, et destiné à isoler l'égout de la rivière, dès que celle-ci atteint un niveau déterminé.

Cet appareil, dénommé le maréosiphon, n'est pas, comme la plupart des dispositifs analogues (portes de flots, clapets, etc.), actionné directement par la marée montante. Il est combiné de façon à laisser les marées remonter librement dans un cours d'eau jusqu'à une cote déterminée; à barrer l'arrivée des eaux, dès que cette cote est atteinte et pendant tout le temps que cette hauteur d'eau persiste ; à obtenir, enfin, les fermetures assez puissamment pour surmonter les résistances

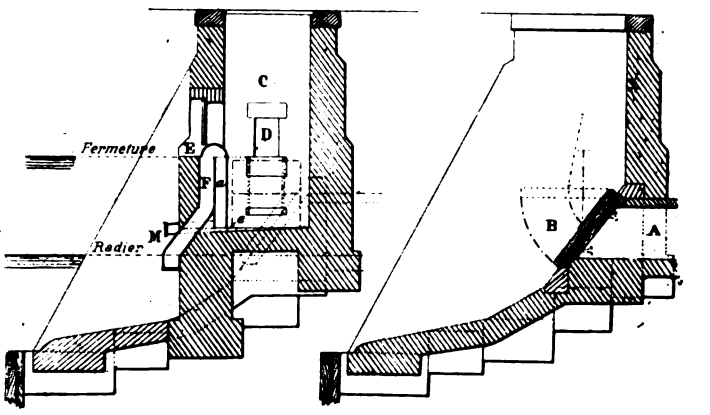


Fig. 1 et 2. — Coupes transversale et longitudinale.

habituelles et assurer, d'autre part, pendant un temps normal, l'ouverture complète et entière de l'embouchure considérée.

Dans l'installation faite à Duffel, et dont nous empruntons la description aux *Annales des Ponts et Chaussées*, l'égout A (fig. 1, 2 et 3), est fermé par un clapet B en chêne, venant s'appliquer sur un cadre de même nature placé à bain de ciment dans la maçonnerie. A côté de la tête d'égout, on a ménagé un bassin C, qui affecte la forme d'un puits. Toute communication est supprimée entre ce bassin et l'extérieur au-dessous de la cote de fermeture correspondant aux deux ouvertures déversoirs D et E, et au coude *a* d'un siphon F.

Un caisson étanche en tôle, formant flotteur, et pouvant suivre le mouvement des eaux à l'intérieur du puits C, est relié au clapet de fermeture B par un balancier G H I et des bielles d'articulation K et L. Une ouverture E (fig. 1), partiellement fermée par une petite porte, permet le montage et la visite des pièces du mouvement qui passent à travers l'ouverture déversoir D. Le flotteur repose sur le fond du bassin et assure, par son poids, l'ouverture permanente du clapet.

Dans ces conditions, la marée reste sans action tant qu'elle n'atteint pas la cote de fermeture; l'eau monte et descend librement dans la grande branche du siphon F, où elle ne peut d'ailleurs produire aucun dépôt, attendu que l'ouverture de ce siphon est éloignée du sol et tournée vers le bas; de plus, ce ne sont que les eaux supérieures qui y ont accès. Si la marée arrive à la cote de fermeture, elle remplit en quelques instants (en partie par le siphon, mais surtout par les ouvertures déversoirs D et E) la chambre du flotteur; celui-ci remonte et ferme le clapet.

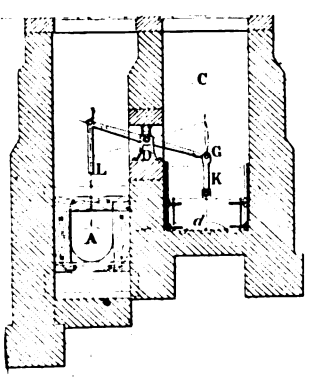


Fig. 3. — Disposition du flotteur.

Le fond du réservoir présente des canaux *d*, inclinés vers un canal unique *e* dans lequel descend la petite branche du siphon, à environ 0m 01 sous le fond du caisson, de manière à assurer, lors de la vidange du bassin, l'écoulement de toute l'eau en contact avec le caisson lui-même.

Il est aisé de se rendre compte que dans cet appareil la vidange du bassin commencera, lorsque la marée sera descendue, sous la cote de fermeture, d'une quantité égale à la hauteur de la petite branche du siphon, divisée par le rapport des sections des deux branches. A partir de ce moment, le niveau intérieur baissera de la même manière que le niveau extérieur.

La grande branche descend un peu plus bas que la cote strictement nécessaire à la vidange du bassin, afin d'obvier aux inconvénients du remous ou de toute agitation fortuite de l'eau dans la rivière. Une rentrée d'air par la grande branche du siphon pourrait, en effet, empêcher la vidange du réservoir.

Digitized by Google

Deux tuyaux M de décharge, obturés en temps ordinaire, permettent un nettoyage facile lorsque le bassin est ensablé: il suffit, pendant une marée ordinaire, de laisser ces tuyaux ouverts pour opérer le rinçage, ou au besoin, pendant la marée basse, de déverser par la partie supérieure de l'eau à l'intérieur du réservoir.

Classeur de minerais Mac Dermott.

Par son aspect général, le classeur Mac Dermott, dont nous empruntons la description à l'*Engineering and Mining*, ressemble au crible à secousses employé pour l'enrichissement mécanique des minerais. En réalité, cet appareil ne fait que classer le minerai par grosseurs, séparant les sables des schlamms ou les grenailles des sables, que ceux-ci soient riches ou pauvres; il prépare ainsi le travail d'enrichissement qui sera fait ensuite et séparément, sur les schlamms, sables ou grenailles, par d'autres appareils tels que tables dormantes ou tournantes, toiles sans fin, cribles à secousses, etc.

Le minerai est amené en *a* dans une rigole par un courant d'eau, et se déverse, dans le compartiment *b*, sur le tamis incliné *c*. Toute la caisse est pleine d'eau. Dans le compartiment *d* se trouve un piston plein animé d'un mouvement d'oscillation vertical très rapide, au moyen d'un excentrique, comme dans le crible à secousses; le mouvement se communique à l'eau du compartiment *b* et au minerai placé sur le tamis, mais celui-ci ne supporte aucune couche intermédiaire de billes ou de minerai dur formant crible; la dimension des mailles correspond exactement à celle des parties fines qu'on veut laisser

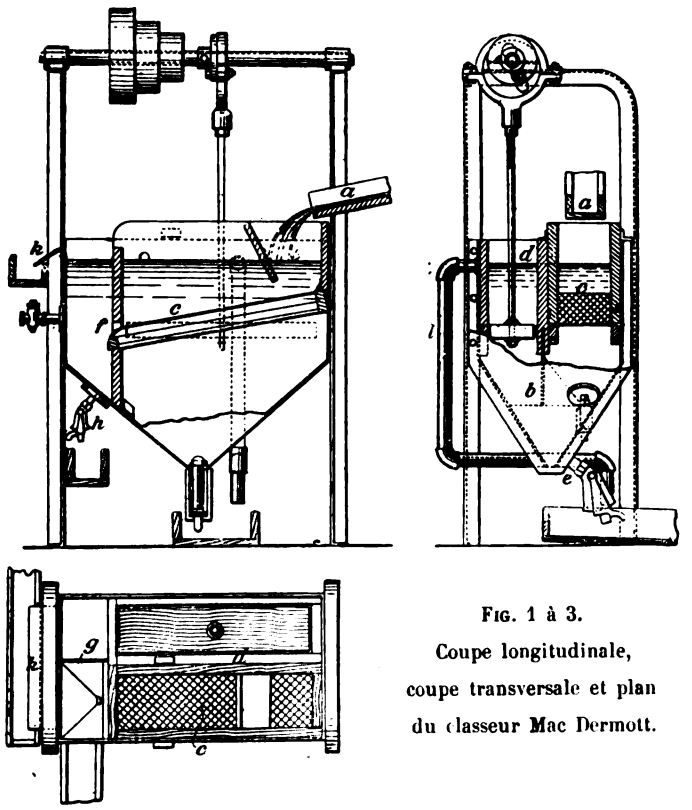


Fig. 1 à 3.
Coupe longitudinale, coupe transversale et plan du classeur Mac Dermott.

passer; le tamis agit donc comme un véritable trommel. Les éléments fins, qui l'ont traversé, descendent dans la partie inférieure du compartiment et sont évacués en *e*, mélangés d'eau, sous forme de boue plus ou moins fluide, par une vanne de décharge dont l'écoulement est intermittent ou continu, le débit pouvant être facilement réglé.

Les parties grosses, restées sur le tamis, descendent peu à peu, sortent par une ouverture *f* et tombent dans le compartiment *g* d'où elles sont évacuées par la vanne *h*. On évite que l'eau boueuse, qui se trouve toujours au-dessus du tamis, ne passe avec le gros, en alimentant le compartiment *g* par le robinet d'eau claire, en quantité suffisante pour que les diverses vannes étant réglées, il y ait un courant d'eau continu du compartiment *g* dans le compartiment *b* par l'ouverture *f*. On évite ainsi le mélange des parties les plus fines avec les parties les plus grosses, qui se produirait infailliblement sans cette précaution. Un déversoir alimentant la rigole *k*, et un tuyau de trop-plein *l* empêchent que l'eau ne déborde de l'appareil en cas d'engorgement.

Cet appareil classe parfaitement les différentes catégories de schlamms. Il les donne sous forme de boue, sans excès d'eau, et dans l'état qui convient le mieux au bon fonctionnement des appareils à enrichissement. Le rendement de ceux-ci est, par suite, très augmenté.

Désagrègateur de terrains, système Pawel.

Dans certains travaux de terrassement, les excavateurs ordinairement employés ne suffisent pas pour entamer les terrains de nature compacte, tels que les marnes, l'ardoise, l'argile compacte, l'argile mélangée de graviers, les roches tendres; on doit, pour les ameublir, recourir à des coups de mine ou à l'attaque par la pioche. Le désagrégateur Pawel a pour objet de simplifier cette attaque.

Cet engin, dont l'ensemble est représenté par les figures 1 et 2, repose sur un truck de voie ferrée et peut tourner autour d'un axe vertical passant par le centre de gravité.

Il est essentiellement constitué par une élinde formée de deux

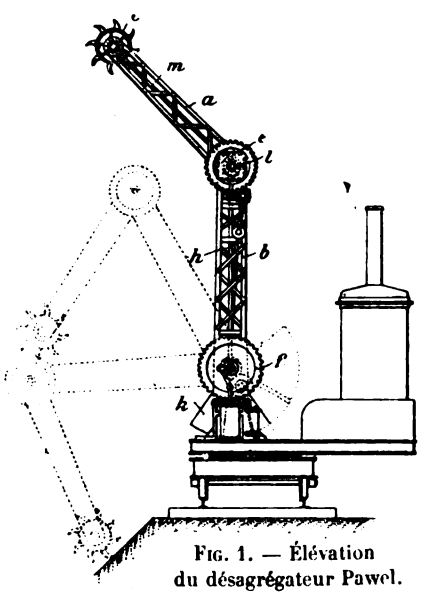


Fig. 1. — Élévation du désagrégateur Pawel.

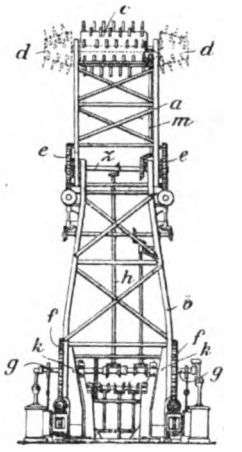


Fig. 2. — Vue arrière de la charpente et du mécanisme.

poutres à treillis *a* et *b*, respectivement de 2m 5 et 3 mètres de longueur, articulées l'une sur l'autre.

A l'extrémité de la poutre *a*, se trouve un tambour d'attaque *c*, reposant, à ses deux extrémités, sur des paliers distants de 1 mètre. Les tambours coniques *d*, qui en forment le prolongement, sont amovibles, et ne servent que dans le cas de fouilles étroites.

A la partie inférieure de la poutre mobile *b*, se trouve un contrepoids *k* destiné à équilibrer le poids de la poutre *a* et celui de la partie supérieure de la poutre *b*.

Les trains de roues héliçoïdales *e* et *f* permettent d'orienter, d'une façon variable, les poutres *a* et *b*. La roue *e* est rendue élastiquement solidaire de la poutre *a*, au moyen d'un certain nombre de ressorts à boudin, tandis que la roue *f*, montée folle sur l'arbre *g*, est boulonnée sur les montants de la poutre *b*.

Les divers mouvements prennent leur origine sur l'arbre principal *g*; le tambour *c* est mis en mouvement par l'intermédiaire des arbres *h*, *l* et *m*, que relient des pignons d'angle. Les figures 1 et 2 montrent les transmissions qui actionnent les vis sans fin des roues héliçoïdales *e* et *f*. Une transmission spéciale permet de faire pivoter l'ensemble de l'appareil et d'en faire la translation sur rails.

Le tambour d'attaque est pourvu de dents amovibles en acier qui

Fig. 3 à 5. — Vues du désagrégateur travaillant en fouille ou en décapement.

affectent diverses formes et dimensions, suivant la nature du sol. Chaque appareil doit être muni d'un second tambour de réserve, l'un étant utilisé, tandis que l'autre est en réparation.

A l'arrière de l'appareil et sur le même truck, se trouve la chaudière; le mécanicien se tient dans l'espace intermédiaire.

Les dimensions de ce désagrégateur de terrain sont telles qu'il peut être transporté, sans démontage, sur wagon de chemin de fer. Les figures 3, 4 et 5 montrent schématiquement le mode d'emploi de cet appareil pour divers travaux : attaque, par la partie inférieure, d'une paroi verticale, opération impossible ou dangereuse par les moyens ordinaires, à cause des éboulements; creusement d'un canal, au moyen d'un désagrégateur, les terres détachées étant ensuite enlevées au moyen d'un excavateur; tracé d'une tranchée suivant un profil donné.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 18 mai 1903.

M. Alfred Picard présente à l'Académie le second volume de son « Rapport général administratif et technique sur l'Exposition universelle internationale de 1900 ».

Ce volume traite spécialement des palais édifiés aux Champs-Élysées, à l'Esplanade des Invalides, sur les quais ou berges de la Seine et dans la partie inférieure du Champ-de-Mars.

Pour toutes les charpentes métalliques, les méthodes de calcul sont indiquées dans leurs points essentiels et intéressants. Une mention particulière est accordée aux calculs très étendus qu'a nécessités l'ossature du grand Palais des Champs-Élysées.

De nombreux et importants ouvrages en ciment armé font l'objet d'une description détaillée.

Il en est de même pour l'immense frise polychrome de l'avenue d'Antin, qui présente l'une des premières applications du grès cérame décoratif, dont la Manufacture nationale de Sèvres a entrepris la fabrication.

Navigation. — *Mesure des vitesses des navires à la mer.* Note de M. E. Guyou.

L'ancien loch à bateau, les lochs à hélice remorqués par le navire, ou basés sur le principe du tube de Pitot, ne donnant pas complète satisfaction, on apprécie, aujourd'hui, la vitesse, sur presque tous les navires mus exclusivement par la vapeur, par la rotation de la machine.

Cette méthode a l'inconvénient de supposer connue l'avance du navire par tour d'hélice, avance dont on ne saurait apprécier, *a priori*, les variations.

M. Guyou a écarté cet inconvénient en proposant de munir le navire d'un loch, du système ancien, donnant à volonté, sans étalonnage, l'avance par tour d'hélice.

Le bateau du loch de M. Guyou est remplacé par un sac, envergué sur un cercle de 40 centimètres de diamètre, et lesté. Ce sac, par sa surface et par la masse d'eau qu'il contient, constitue un point fixe satisfaisant.

La ficelle du loch, très légère, enroulée par pelotes de 100 mètres sur un dévidoir d'où elle s'échappe sans résistance, inscrit la durée de la période d'écoulement de chaque pelote, par un signal électrique, sur une bande de papier où la machine, à chaque tour, inscrit de son côté un signal. L'enregistreur, ou *cinémographe*, est placé dans la chambre de navigation, à côté de l'officier de quart. Après chaque expérience, le loch et la ficelle sont abandonnés à la mer.

Les expériences faites avec ce loch ont fait ressortir une approximation d'un centième, largement suffisante pour la navigation. L'enregistreur primitif laissait échapper parfois un signal. Le nouvel appareil, qui va être soumis à des essais définitifs sur deux croiseurs à grande vitesse, donnera probablement satisfaction à ce point de vue.

Physique du globe. — I. — *Sur la distribution de la matière à la surface de la terre.* Note de M. G. Lippmann.

M. Faye a tiré, des observations du pendule faites sur toute la surface du globe, cette conclusion simple et inattendue que, dans la réduction des observations, il n'y a pas à tenir compte de l'attraction exercée par les massifs continentaux, si considérables qu'ils soient. Si l'on se borne à faire la correction d'altitude, on obtient des valeurs de g, très peu différentes de celles qui sont prévues par la loi de Clairaut : tout se passe comme si l'on avait opéré à la surface d'une masse liquide homogène. Essaie-t-on, au contraire, de faire intervenir l'attraction des continents, la loi n'apparaît plus. Le fait est d'autant plus singulier qu'il est utile de faire les corrections dues à des attractions locales, tandis qu'il faut se garder de tenir compte de l'action des plus énormes masses continentales.

Tout se passe, remarque M. Pratt, comme si la quantité de matière située à la surface du globe, à l'intérieur d'un cylindre vertical de base donnée, et qui descendrait jusqu'à une surface de niveau de la masse liquide intérieure, était la même en tous les points de la surface terrestre.

M. Faye a supposé que, par l'action refroidissante de l'eau de mer, la croûte terrestre aurait sous les océans une plus grande épaisseur que sous les continents ; de là, une compensation.

Il semble, à M. Lippmann, que l'on puisse expliquer les compensations exactes sans faire d'hypothèse sur la formation de la croûte terrestre, à condition de faire intervenir le principe d'Archimède.

La croûte terrestre est mince par rapport à son étendue, donc flexible si on considère une assez grande surface ; c'est ce qu'attestent de nombreux accidents géologiques.

Cette croûte solide repose sur les masses sous-jacentes, liquides, et ses diverses portions sont soutenues par la poussée archimédienne. Il y a donc égalité entre le poids p de matières solides accumulées sur une surface donnée et le poids p de liquide déplacé, d'où la compensation.

La croûte terrestre n'étant pas flexible sur une petite étendue, les petites corrections locales doivent être faites, tandis que les grandes corrections continentales disparaissent.

II. — *Sur la valeur des moyennes en météorologie et sur la variabilité des températures en France.* Note de M. Alfred Angot, présentée par M. Mascart.

Pour avoir, par exemple, la température *moyenne* ou *normale* d'un mois donné, on prend la moyenne arithmétique des valeurs successives obtenues pour ce mois dans une longue série d'années. Mais on peut imaginer tel pays où, par suite de la prédominance alternative d'un régime marin et d'un régime continental, on n'aurait tantôt que des hivers chauds, tantôt que des hivers froids ; la moyenne arithmétique correspondrait alors à une température qui n'aurait jamais été observée en réalité et n'aurait aucune signification physique.

Pour justifier l'emploi de ces moyennes, M. Angot, ayant reconstitué, pour les différentes régions de la France, vingt-quatre séries homogènes de températures, comprenant toutes les cinquante mêmes années (1851-1900), a vérifié dans quelles limites les causes naturelles de leurs variations se comportaient comme des causes fortuites. On a calculé pour toutes les stations la température moyenne de chaque mois et les écarts à la moyenne, et déduit, par les règles connues, l'erreur probable d'une observation. On a cherché enfin combien d'écarts dépassaient un multiple donné de l'erreur probable, et comparé ces nombres à ceux qu'indique la théorie des erreurs. La concordance a été tout à fait satisfaisante ; il n'y a, de plus, aucune variation systématique dans la fréquence, suivant les saisons, des écarts d'une même grandeur relative.

M. Angot a constaté que les erreurs probables sur les moyennes, résultant des observations de cinquante ans, étaient relativement grandes.

Pour établir des cartes qui représentent la distribution moyenne des températures, il est indispensable que toutes les séries employées soient les plus longues possible, mais surtout composées des *mêmes* années d'observations, sinon les différences trouvées entre deux stations pourraient dépendre surtout des années qui sont entrées dans le calcul des moyennes et ne pas correspondre à des différences physiques réelles.

Télégraphie. — *Sur la transmission de photographies à l'aide d'un fil télégraphique.* Note de M. Korn, présentée par M. Cailletet.

M. Korn décrit un récepteur *téléphotographique*, constitué par une pellicule sensible tournant devant une petite fenêtre d'un tube vide, à l'intérieur duquel des courants de Tesla entretiennent des radiations lumineuses.

La pellicule se meut synchroniquement avec la pellicule photographiée du transmetteur.

Ce transmetteur est traversé par un faisceau lumineux très mince qui passe devant une pile de sélénium ; les variations de résistance de celle-ci se traduisent dans un circuit électrique à force électromotrice constante par des variations d'intensité, utilisées pour faire varier l'intensité des radiations du tube Tesla qui impressionnent la pellicule réceptrice.

Dans ce but, l'électrode active du tube est reliée à l'un des pôles de la bobine secondaire de l'appareil Tesla, avec intercalation de champs d'étincelles, de longueur variable, jaillissant entre deux pointes fixes et deux pointes mobiles portées par le cadre du galvanomètre récepteur.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Le chemin de fer d'Erlenbach à Zweisimmen (Suisse). — La ligne d'intérêt local de Spiez à Erlenbach, dont le tronçon de Zweisimmen à Erlenbach a été mis en exploitation le 1er novembre 1902, abrège notablement la distance entre Interlaken et Montreux, en même temps qu'elle facilite la visite du Simmenthal et des vallées voisines.

M. Becker consacre, dans la *Schweizerische Bauzeitung*, du 2 mai, un article aux principaux ouvrages d'art établis sur cette ligne à voie normale dont le développement est de 23km7. Il reproduit la carte et le profil en long du tracé, les dessins de deux viaducs en maçonnerie, et de deux ponts métalliques, sur piles en maçonnerie, dont l'un présente une courbe accentuée ; enfin, les profils caractéristiques de la plate-forme dans les tranchées munies de soutènements et dans les sections en bordure de torrents, qui ont exigé des ouvrages de protection, ainsi que les gabarits des tunnels.

Les dépenses de construction, y compris l'acquisition des terrains, le matériel roulant et l'aménagement des stations, se sont élevées à 5 100 000 francs.

ÉLECTRICITÉ

Quelques difficultés de la transmission électrique à grande distance. — *L'Electrical World and Engineer*, du 11 avril, résume un mémoire de M. Lincoln où l'auteur insiste principalement sur l'insécurité de l'isolement au caoutchouc pour les tensions élevées. Il cite en particulier un câble ainsi isolé, qui, après avoir supporté un essai à 50 000 volts, a été posé sur isolateurs en porcelaine, et a cédé à l'endroit des isolateurs sous 13 000 volts. La détérioration du caoutchouc paraît due, directement ou indirectement, aux effluves. C'est ainsi qu'un câble sous caoutchouc et sous plomb a toujours cédé au voisinage de l'extrémité de la chemise de plomb.

L'auteur conseille de monter les câbles au caoutchouc sur les mêmes isolateurs que si les câbles étaient nus, le caoutchouc n'intervenant alors que comme une protection contre les chocs.

D'autres facteurs que l'isolement des câbles contribuent d'ailleurs à limiter les tensions : il faut citer, en particulier, l'isolement des transformateurs et les difficultés inhérentes aux coups de foudre.

INDUSTRIES TEXTILES

Lecture électrique des mises en cartes pour mécaniques Jacquard et procédés de piquage. — M. James Dantzer, professeur de filature et de tissage, décrit, dans le *Bulletin de la Société Industrielle du Nord de la France* (quatrième trimestre de 1902), l'appareil que MM. Harleux ont imaginé pour la lecture des mises en cartes et le piquage des cartons que nécessite l'emploi des mécaniques Jacquard.

L'auteur montre tout d'abord, très succinctement, comment on fait à l'heure actuelle dans l'industrie du tissage pour exécuter et lire un dessin afin de déterminer les cartons Jacquard correspondants et dit quelques mots des tentatives qui ont été faites pour améliorer ce système.

Lorsqu'un dessin a été choisi, un dessinateur spécial, dit metteur en carte, exécute, à l'aide des renseignements que lui fournit le fabricant (rapport des fils de chaîne aux fils de trame, nombre de couleurs à utiliser dans chaque partie, chaîne ou trame et nombre de fils de chaîne correspondant à la largeur du dessin), un dessin particulier correspondant à l'esquisse sur un papier quadrillé. Dans ce dessin ou mise en carte, chaque carré représente généralement un point du tissu à produire, si le tissu est à une chaîne et une trame, et les parties coloriées simulant le passage des fils de chaîne sur les fils de trame. Dans les cartes pour tissus à plusieurs chaînes et plusieurs trames, des couleurs conventionnelles correspondent à des armures spéciales que l'on doit reproduire au piquage. Ce travail de mise en carte exige du dessinateur une grande connaissance de la contexture des tissus et une grande habileté. On a, d'ailleurs, cherché à faciliter son travail par des procédés mécaniques ou photographiques.

Digitized by Google

La mise en carte, une fois terminée, doit être lue par un ouvrier appelé liseur, puis reproduite sur des cartons.

C'est cette partie du travail que MM. Harleux ont cherché à améliorer et à rendre indépendante des maîtres liseurs, dont le recrutement devient tous les jours plus difficile. Ayant étudié soigneusement la question, ils sont arrivés à établir un appareil qui, d'après l'auteur, tout en présentant de grands avantages sur tous les systèmes connus, a en même temps le mérite d'être économique, simple et pratique.

Dans cet appareil, que M. Dantzer décrit en détail, les contours de la mise en carte sont tracés par les procédés ordinaires, non plus sur papier quadrillé, mais sur des plaques métalliques minces faites en étain ou en tout autre métal similaire. Les différentes pièces mobiles y sont mises en mouvement par l'électricité à l'aide d'électro-aimants. Ces électro-aimants agissant sur un contrepoids intermédiaire, peuvent être éloignés suffisamment pour les empêcher de s'influencer les uns les autres et assurer leur fonctionnement d'une manière sûre et précise. Cet appareil permet également l'exécution des cartes quelconques à une ou plusieurs chaînes et à une ou plusieurs trames, sans aucune difficulté et sans qu'il soit nécessaire d'employer des cartes complémentaires pointées comme certains systèmes l'exigent. Enfin, il dispense des ouvriers liseurs, ainsi que de tous les accessoires de lecture.

MÉCANIQUE

Ateliers de construction de machines-outils. — L'*Iron Age*, du 30 avril, donne une description des nouveaux ateliers qui viennent d'être construits à Warren (États-Unis), pour le compte de l'American Turret Lathe Manuf. C°, et qui occupent une surface couverte de 5 600 mètres carrés. Dans cet article sont indiquées les précautions qui ont été prises en vue de faciliter un développement ultérieur des ateliers. L'agencement des divers ateliers, la manutention des lourdes pièces, les systèmes d'éclairage, de chauffage et de ventilation, la transmission de mouvement, qui se fait par l'électricité, sont décrits avec détails. L'installation comporte 400 mètres de voies pour ponts roulants, et 1 200 mètres de conduits souterrains. L'article se termine par un tableau indiquant la répartition des prix de revient, pour les divers éléments de la construction.

MÉTALLURGIE

Roues en acier, sans soudure. — Le *Stahl und Eisen*, du 15 avril, consacre une Note aux roues sans soudure, fabriquées par le procédé Erhardt, qui figuraient à l'Exposition de Düsseldorf. Elles sont obtenues par forgeage, au marteau-pilon ou avec une presse de 1 000 tonnes, d'un bloc d'acier de forme appropriée. La compression qu'il subit le refoule dans les matrices jusqu'aux dimensions définitives de la roue; les plaques minces, qui se trouvent subsister entre les rayons, sont découpées par une seconde machine poinçonneuse; après finissage du bandage et alésage du moyeu, la roue est prête à utiliser. L'article mentionne les essais qu'on a fait subir à ces roues, et contient les reproductions des déformations qui en ont été la conséquence.

La métallurgie du nickel en 1902. — Dans l'*Engineering and Mining*, du 25 avril, M. Titus Ulke passe en revue les progrès réalisés dans la métallurgie du nickel en 1902. Il décrit aussi les développements et les essais des grandes usines de nickel.

Il conteste d'abord la valeur pratique des résultats obtenus par M. Sjœstedt, à Sault-Sainte-Marie, par le grillage dans des fours spéciaux de la pyrrhotite (sulfure double de cuivre et nickel, ne titrant pas plus de 25 °/₀ de sulfure) en vue d'obtenir un produit grillé servant directement à la fabrication du ferro-nickel. La valeur du gaz sulfureux recueilli dans ces conditions ne compenserait pas la dépense supplémentaire de combustible. Il décrit le procédé qui va être employé dans une nouvelle usine en voie de construction à Sault-Sainte-Marie, sur le lac Ontario. On y traitera électrolytiquement des mattes titrant de 80 à 90 °/₀ de cuivre et 8 à 9 °/₀ de nickel, avec récupération des métaux précieux.

Le procédé Monds a été mis en pratique à Swansea, il donne un métal titrant jusqu'à 99,8 °/₀ de nickel; malheureusement ce procédé, qui comporte la préparation du nickel-carbonyle comme produit intermédiaire, est extrêmement dangereux et nécessite des précautions coûteuses qui semblent compromettre le procédé au point de vue commercial.

Les procédés électrolytiques de préparation ou de raffinage, et les usines qui les emploient, sont ensuite étudiés en détail. La tendance à remplacer les anodes fondues en plaques, qui sont très cassantes et qui fournissent à la fusion une grande quantité de crasses par des anodes composées de poudre ou de granules renfermées dans un châssis, support obtenu lui-même par voie électrolytique.

L'auteur termine en signalant des essais qui ont été faits sur des rails fabriqués avec de l'acier au nickel.

Méthodes d'essai des métaux au moyen de barreaux entaillés. — Le capitaine d'artillerie J. Raibaud, dans la *Revue d'Artillerie*, d'avril, fait un intéressant exposé de cette question encore incomplètement élucidée.

Les essais habituels de traction, de choc et de pliage, sont notoirement insuffisants pour caractériser la valeur intrinsèque d'un métal, particulièrement d'un acier. Quelques accidents imprévus d'ouvrages métalliques ont mis en évidence, dans le métal reconnu le meilleur au point de vue élastique, un défaut sur lequel on ne comptait pas : la *fragilité*. Il est de la plus haute importance de connaître à l'avance comment le métal se comporte à cet égard, et l'on y parvient, dans une certaine mesure, par des essais au choc sur des éprouvettes entaillées, de manière à localiser les déformations dans une région déterminée *a priori*.

L'auteur passe en revue les procédés préconisés par MM. Barba, Auscher, Fremont, Charpy, Barba et Le Blant, Mesnager, et met judicieusement en valeur leurs différences caractéristiques et les arguments de leurs auteurs.

MINES

Les richesses minérales de la Boukharie et du Turkestan. — M. E.-D. Levat, Ingénieur civil des Mines, qui avait été chargé de mission en Boukharie par le Ministère de l'Instruction publique, résume, dans le *Bulletin trimestriel de la Société de l'Industrie minérale* (première livraison de 1903), les résultats de cette mission au point de vue des richesses minérales dont elle a permis de reconnaître l'existence.

Ces richesses consistent principalement en gisements aurifères, dont l'exploitation en Boukharie orientale remonte aux temps des plus reculés de l'histoire et de la tradition.

Après un rapide historique, l'auteur donne quelques notions sur la géologie du pays ainsi que sur les conglomérats et glaciers de Khazret-I-Shali; il indique également la composition des placers actuels qui sont formés par des alluvions se présentant dans le lit même des rivières actuelles, sous des épaisseurs de 12 à 17 mètres. La richesse véritable de ces alluvions ne commencerait qu'au-dessous du niveau de la rivière, région dans laquelle n'ont pu pénétrer ni les anciens, ni les Sartes. L'or s'y présente sous forme de grains aplatis dont la dimension ne dépasse pas, en général, celle d'une lentille.

M. Levat, décrivant l'exploitation de ces gisements, indique, en premier lieu, la méthode qu'utilisent les Sartes pour atteindre les couches profondes du sol, au-dessous du niveau général des eaux, par la construction d'un canal souterrain allant aboutir à un point en aval dans la rivière et assurant l'écoulement des eaux. Cette méthode ingénieuse est d'ailleurs renouvelée des Chinois et des Coréens, qui l'emploient couramment chez eux. On peut estimer à 5 000 ou 6 000 personnes le nombre des Sartes orpailleurs qui travaillent d'une manière à peu près continue sur les placers de la Boukharie Orientale. Ils lavent l'or pour leur compte et réalisent un gain journalier d'environ 0 fr. 80.

L'auteur examine ensuite l'exploitation par moyens modernes, étudie les moyens de transport de ce pays, la main-d'œuvre, le dragage, la législation actuelle des placers; il termine son étude par quelques indications sur les couches de charbon et les gisements de naphte que l'on connaît dans le voisinage du chemin de fer.

Comparaison entre l'électricité et l'air comprimé, employés comme forces motrices dans les mines. — Dans l'*Engineering and Mining*, du 2 mai, se trouvent deux études contradictoires sur l'emploi de l'électricité et de l'air comprimé dans les mines. M. W.-B. Clarke est partisan de l'emploi de l'électricité à cause de sa commodité, de sa souplesse et du haut rendement qu'on peut atteindre avec elle; il montre ces avantages, lesquels se traduisent, en définitive, par une économie de temps ou d'argent. Il indique dans quelles conditions particulières l'électricité doit être employée dans les mines et quelles sont les limites de voltage qu'il convient de ne pas dépasser pour la sécurité du personnel.

M. W.-L. Saunders, sans se montrer absolument partisan de l'air comprimé, montre que l'électricité et l'air comprimé répondent à des besoins différents et ne peuvent, en général, se remplacer complètement. La sécurité des ouvriers doit aussi entrer en ligne de compte; malgré toutes les précautions prises, l'électricité est par elle-même la cause d'accidents fréquents dont l'air comprimé est indemne. Il conteste, d'ailleurs, que l'électricité donne des rendements toujours supérieurs à ceux de l'air comprimé; cela dépend absolument des conditions locales comme le prouve l'enquête dont il donne et commente les résultats.

NAVIGATION

Le port de Buenos-Aires. — Le bassin de la Plata, constitué par l'estuaire des fleuves Parana et Uruguay, qui forme un golfe considérable, peut se diviser ainsi : bassin supérieur, comprenant l'embouchure des deux fleuves et le port de Buenos-Aires; bassin moyen, sur lequel se trouvent les ports de la Plata et Montevideo; enfin le bassin extérieur ouvert sur l'Océan.

Le Parana et l'Uruguay, dont le débit total en hautes eaux peut atteindre 40 000 mètres cubes par seconde, apportent une quantité de matières en suspension qui se déposent çà et là, suivant le ralentissement du courant, et qu'on évalue annuellement à 60 millions de mètres cubes; il s'ensuit une formation de grands bancs. C'est à l'étude de ces bancs que M. Offermann consacre, dans le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, des 15 et 18 avril, un article qui met en évidence l'influence de ces conditions hydrographiques sur le commerce des ports du bassin : Buenos-Aires et la Plata dans l'Argentine, Montevideo, Puerto, Sauce et Colonia dans l'Uruguay. Le commerce maritime de Buenos-Aires se trouve entravé par la profondeur insuffisante entre la côte et la ligne de thalweg de l'estuaire de l'Uruguay; les passes navigables ont demandé des dragages considérables et sont encore loin de répondre aux besoins des navires; leur protection au moyen de digues très prolongées donnerait lieu à des ensablements sur le bord de la côte, qui constitueraient des marécages funestes, au voisinage d'une grande ville comme Buenos-Aires.

Pour y remédier et assurer la navigation à Buenos-Aires, l'auteur rejette les solutions consistant dans la création d'un avant-port, comme ceux de Brême ou de Hambourg, ou dans le creusement d'un chenal profond reliant le port à la partie centrale de l'estuaire. Il préconise, comme beaucoup plus économique, l'établissement d'un canal latéral reliant Buenos-Aires au port de la Plata, tracé à travers les lagunes du rivage. Il indique le profil en travers qui conviendrait à cet ouvrage, et développe les avantages techniques et économiques de ce projet.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Emploi de la vapeur surchauffée dans les turbines à vapeur. — L'installation d'une turbine de Laval de 30 chevaux, au laboratoire de l'École supérieure technique de Dresde, a permis à M. Lewicki d'étudier l'emploi de la vapeur surchauffée dans cette machine. Il expose, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, des 28 mars, 4 et 11 avril, les résultats d'ensemble de ses recherches.

L'installation du laboratoire comportait un frein et un récipient de jaugeage de toute la vapeur d'échappement, condensée au moyen d'un serpentin et d'un courant d'eau froide. L'auteur décrit les méthodes employées pour la mesure des pressions, des températures, des vitesses, et du travail absorbé au frein, reproduit les tableaux et les courbes qui rendent compte des résultats obtenus et résume ainsi les principaux points mis en lumière :

On peut porter, sans inconvénient, à 500 degrés la température de la vapeur, à la pression d'admission de 7 atmosphères, à condition de remplacer par de l'acier le bronze des ajutages et d'employer leur soupape conique de détente;

Jusqu'à 500 degrés, limite des essais effectués, la dépense brute de chaleur (mesurée en vapeur à l'admission) décroît d'une façon générale, sans parler de l'utilisation, qui mériterait d'être étudiée, de la vapeur d'échappement ;

Des mesures directes montrent que le travail de frottement de la partie mobile décroît notablement

Digitized by Google

à mesure que la température monte et que la pression de la vapeur, qui entoure cette partie mobile, diminue ;

La température finale de la vapeur d'échappement est plus ou moins supérieure à celle qu'indique la théorie, et des progrès sont encore à faire dans cette voie, pour faciliter l'emploi de la vapeur surchauffée ;

L'accord entre les formules et les expériences est au moins aussi satisfaisant dans le cas de la vapeur surchauffée que de la vapeur saturée, ce qui n'a pas lieu pour les machines à piston ;

Les ajutages de la turbine de Laval conviennent très bien à leur destination, et ceux qu'on a voulu, pendant les essais, leur substituer, ont donné des résultats inférieurs ;

Il y a lieu de construire la turbine, pour l'emploi de la vapeur surchauffée, avec plusieurs degrés de détente, de façon que la partie mobile ne soit pas tout entière soumise à la très haute température de la surchauffe.

La corrosion des tubes métalliques sur les navires. — Sur certains navires, on constate de telles corrosions dans la tuyauterie, que des tubes doivent quelquefois être remplacés à chaque voyage. Ces corrosions sont fréquemment attribuées à des phénomènes d'électrolyse. M. A.-W. Stewart en a fait une étude approfondie, qu'il a présentée à l'Institution of Naval Architects, et que reproduit l'*Engineering*, du 24 avril.

Il a tout d'abord montré que ces corrosions n'étaient pas dues au courant des dynamos installées à bord, car on ne peut déceler trace de courant dans les tuyaux ; d'ailleurs, les corrosions se produisent aussi bien sur les navires ayant une distribution à deux fils que sur ceux ayant une distribution à un seul fil. On les signale de même sur des navires n'ayant pas d'installation électrique. Les actions galvaniques entre les divers métaux qui constituent la tuyauterie sont également insuffisantes pour expliquer la corrosion : on constate bien de faibles courants, mais insuffisants, et d'ailleurs la répartition des corrosions est uniforme, et indépendante de la proximité de métaux différents. L'examen microscopique des corrosions indique, en outre, une action purement chimique. Enfin, la tuyauterie des cales et des condenseurs est la plus attaquée.

Une série d'observations a ainsi permis à M. Stewart de conclure :

1° Que la corrosion est principalement due à la présence d'acides libres dans les cales ou dans l'eau des ports, notamment au voisinage des égouts ;

2° Que les huiles de graissage exercent une grande influence sur la présence des acides, et qu'il faut exclure l'huile d'olive, en employant de préférence l'huile minérale ;

3° Qu'il faut nettoyer les tubes et les cales, en enlever les dépôts graisseux, et les laver à la soude caustique.

L'auteur donne, en appendice, des analyses de ces dépôts prélevés sur divers navires.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Les barrages à parements rectilignes. — Dans une Note que publient les *Annales des Ponts et Chaussées* (3e trimestre de 1902), M. Cadart, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, étudie l'influence du massif qu'il est toujours nécessaire d'ajouter, en haut d'un barrage à profil triangulaire, et établit des formules qui permettent de calculer rapidement le profil de ce barrage à parements rectilignes, les données étant le poids spécifique des maçonneries, la forme et les dimensions du massif de couronnement, toutes choses déterminées, dans la plupart des cas, par les convenances locales à satisfaire.

Il montre, tout d'abord, qu'un barrage à parements rectilignes, pourvu d'un massif de couronnement de faible largeur, doit avoir un parement amont à fruit, à moins qu'il ne soit de très petite hauteur.

Les formules que l'auteur établit ensuite permettent de déterminer le profil d'un seul coup, pour des barrages de hauteur modérée, jusqu'à environ 40 mètres sous la retenue, sans procéder par sections horizontales successives et sans tâtonnements autres que ceux, très courts, de la résolution des équations. Pour des barrages de très grande hauteur, les calculs si longs et si pénibles, par sections horizontales successives et par tâtonnements pour chaque section, pourront être restreints à la partie inférieure du barrage, au-dessous du niveau où la compression des maçonneries atteint, avec le profil rectiligne minimum qu'il a étudié, la limite de sécurité convenant à ces maçonneries.

M. Cadart résume, pour terminer sa Note, la marche à suivre et les formules à employer dans le calcul d'un barrage et développe deux applications numériques.

TRAMWAYS

Nouvelle usine électrique des United Railways de San Francisco. — Ces tramways électriques étaient jusqu'ici alimentés par six usines. La production de la force motrice vient d'être presque exclusivement concentrée dans une grande usine, qui alimente trois sous-stations.

Cette usine, située à North Beach, est décrite dans le *Street Railway*, du 18 avril. Elle comprend quatre batteries de chaudières, de 2 500 chevaux chacune, chauffées au pétrole brut de Californie, mais prévues également pour être chauffées au charbon.

Le pétrole est contenu dans un réservoir principal de 6 800 mètres cubes, en tôle d'acier, qu'on remplit à l'aide de pompes aspirant directement dans les bateaux. Ce réservoir principal est relié par des tubes à deux réservoirs d'alimentation, de 90 mètres cubes chacun, disposés pour être chauffés par la vapeur d'échappement.

L'usine contiendra quatre machines à vapeur, dont deux sont en montage. Chaque machine, à triple expansion, peut développer normalement 4 080 chevaux, à 136 tours et sous la pression de 14 kilogr. Elle attaque deux alternateurs à 22 pôles, pouvant fournir 1 200 kilowatts à 13 200 volts, sous la fréquence 25.

La condensation se fait par surface, à l'eau de mer. L'eau condensée est réemployée à l'alimentation, après séparation de l'huile. Les condenseurs sont disposés pour fonctionner aussi comme condenseurs à mélange.

Les trois sous-stations se trouvent, respectivement, à des distances de 3, 9,5 et 26 kilom. de l'usine.

TRAVAUX PUBLICS

Pose des nouveaux tabliers des ponts du Miramichi (Canada). — Le Miramichi est formé par la réunion de deux rivières, à 1 500 mètres au-dessus de Newcastle (New-Brunswick).

A 3 kilom. en amont du confluent, les deux rivières sont coupées par une ligne de chemin de fer, qui les franchit sur des ponts datant de 1874.

On vient d'enlever le tablier de l'un de ces ponts pour le remplacer par un tablier plus résistant, sans modifier en rien l'infrastructure, et l'on doit changer l'autre cette année. Ce pont comprend six travées de 60 mètres de longueur environ.

M. H. Bush décrit dans l'*Engineering News*, du 26 mars, les dispositions adoptées pour le montage, l'enlèvement des vieilles travées et la pose des nouvelles.

On a utilisé pour ces deux dernières opérations la force des marées qui produit, à l'endroit du pont, des dénivellations de 1 mètre environ.

Le montage des travées neuves a été effectué sur des plates-formes en bois disposées sur les bords de la rivière, de façon à permettre à deux bateaux plats surmontés de charpentes de se placer au dessous de la partie médiane d'une travée. La marée montante soulevait ces bateaux et, par suite, la travée qu'on remorquait jusqu'à l'endroit voulu ; à la marée descendante cette travée était déposée sur les piles.

On exécutait d'une façon analogue l'enlèvement des anciennes travées, qu'on déchargeait sur des trucks pour les amener jusqu'à l'endroit voulu.

L'auteur décrit les dispositions adoptées pour les plates-formes de montage, pour les bateaux, et les charpentes de soulèvement. Les bateaux pouvaient être partiellement remplis et vidés d'eau, à l'aide de pompes centrifuges et de vannes, pour compléter l'action de la marée.

Il décrit ensuite le changement des diverses travées et les incidents de ces opérations. La sixième travée n'a pas pu être posée, par suite de la prise en glace du Miramichi.

On changera cette travée en même temps que celles de l'autre pont.

Le travail pour les cinq travées remplacées a demandé 44 jours.

L'auteur termine en décrivant le mode de chargement des vieilles travées sur les trucks et sur leurs charpentes.

Ouvrages récemment parus.

Les Distributions à changement de marche avec tiroir unique, par A. Fliegner, Professeur au Polytechnicum de Zurich ; traduit de l'allemand par P. Hoffet, Professeur à l'Université de Lausanne. — Un volume in-8° de 190 pages, avec 7 planches hors texte. — Béranger, éditeur, Paris. — Prix : broché, 10 francs.

Dans cet ouvrage, précédé d'un historique de la question, dû à M. A. Mallet, Ingénieur des Arts et Manufactures, les distributions à changement de marche sont étudiées surtout au point de vue théorique, et classées en les groupant autour des types les plus usités. L'auteur a adopté une méthode exclusivement graphique, et se sert spécialement de l'épure approchée de Muller, déduite de l'épure exacte de Schorch.

La première partie du traité est consacrée à l'étude du mouvement des obturateurs employés dans ces distributions.

Le tiroir simple à coquille, les tiroirs de Trick, de Penn, de Mékarski, etc., y sont passés en revue, et le mouvement combiné de deux transmissions par bielle et manivelle y est étudié en détail.

Dans la seconde partie, qui traite des mécanismes à changement de marche transmettant le mouvement de l'arbre moteur au cylindre, l'auteur examine les distributions avec barre d'assemblage variable (Gooch, Stephenson, Allan), avec barre d'assemblage invariable (Walschaerts, Hackworth) et les changements de marche par variation de l'angle de déviation (Morton, Wild).

Cette étude est facilitée par de nombreuses figures schématiques dans les planches qui terminent le volume.

Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques (stations centrales), par A.-C. Ray. — Un volume in-8° de 340 pages. — Édité par le Syndicat professionnel des Usines d'Électricité, Paris. — Prix : relié, 5 francs.

Dans ce volume, M. Ray expose d'abord la constitution, en Sociétés anonymes, des entreprises électriques avec les formalités qui s'imposent dans chaque cas, et compare les législations française et étrangères, en ce qui concerne les Sociétés par actions.

Il indique ensuite le rôle des principaux services de l'administration d'une usine : caisse, magasin général, consignation, main-d'œuvre, fabrication ; plusieurs chapitres sont consacrés aux relations avec les clients et les fournisseurs, au compte de profits et pertes mensuels, à l'inventaire.

L'auteur donne enfin la liste de toutes les communes de France et des colonies françaises dans lesquelles existent des usines d'éclairage électrique.

NÉCROLOGIE

A. van Muyden. — On nous annonce la mort, à Lausanne, de M. A. van Muyden, Ingénieur bien connu en Suisse pour ses travaux hydrauliques.

Sorti de l'École d'Ingénieurs de Lausanne, en 1865, M. van Muyden avait fait ses débuts, à Paris, chez MM. Sautter, Lemonnier et Cie, puis avait passé trois ans au Chemin de fer de Bône à Guelma. Revenu à Lausanne, il fut directeur des eaux de cette ville et fit de nombreuses études hydrauliques. Parmi ses principaux travaux, il faut signaler l'exécution du siphon renversé de 6 400 mètres de longueur, 670 mètres de flèche et 0m 18 de diamètre, qui alimente la station climatérique de Leysin.

M. van Muyden avait imaginé diverses méthodes pour simplifier les calculs d'hydraulique, notamment un abaque (1) pour le calcul des conduites d'eau sous pression, où il étend, jusqu'aux plus grands diamètres des canalisations modernes, les résultats de Darcy corrigés par la formule plus récente de M. Maurice Lévy.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 7, p. 112.

Le Gérant : H. Avoiron.

Imprimerie Chaix, rue Bergère, 20 Paris.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 6. N° 1095. Samedi 6 Juin 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro :** 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Architecture :** La nouvelle caserne de sapeurs-pompiers de la rue Carpeaux. Organisation du service d'incendie à Paris *(planche VI)*, p. 81; M. Marchand. — **Mécanique :** Équilibrage des machines *(suite et fin)*, p. 85; H. Brillié. — **Hygiène :** Des prompts secours dans les accidents de chemins de fer, p. 87; P. Redard. — **Jurisprudence :** Le traitement des accidents du travail, p. 91; Louis Rachou. — **Variétés :** Machine pour le rodage des robinets, p. 91; — Dispositif pour le séchage des bois, p. 92; — Le projet du canal de la Baltique à la mer Noire, p. 93; — Les Salons des Beaux-Arts au Grand Palais des Champs-Élysées, p. 93.

Sociétés savantes et industrielles : Société des Ingénieurs civils (15 mai 1903), p. 94; — Académie des Sciences (25 mai 1903), p. 94.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 94; — Ouvrages récemment parus, p. 96.

Planche VI : La nouvelle caserne de sapeurs-pompiers de la rue Carpeaux, à Paris.

ARCHITECTURE

LA NOUVELLE CASERNE DE SAPEURS-POMPIERS de la rue Carpeaux.

Organisation du Service d'incendie à Paris.

(Planche VI.)

Le Service d'incendie est assuré, à Paris, par un régiment de sapeurs-pompiers à douze compagnies, desservant chacune un secteur. Depuis quelques années, le Conseil municipal, soucieux de l'instruction et du bien-être des sapeurs-pompiers, a décidé la transformation ou la réfection des casernements partout où cela serait nécessaire. La nouvelle caserne de la rue Carpeaux, qui vient d'être mise en service, paraît réaliser l'établissement-type pour le casernement d'une compagnie.

Le crédit voté pour sa construction atteignait 1 500 000 francs, somme relativement considérable, mais motivée par le désir d'établir un groupe de bâtiments bien complets comprenant, non seulement les casernements nécessaires aux hommes, mais encore des logements pour les officiers et sous-officiers de la compagnie.

L'emplacement choisi pour l'établissement de cette nouvelle caserne se trouve sur le versant ouest de la butte Montmartre, près de l'avenue de Saint-Ouen ; il est compris entre les rues Carpeaux, Lamarck et des Grandes-Carrières (fig. 2). En raison de l'importance de la construction, la Ville de Paris décida la mise au concours du projet, et le premier prix fut attribué à M. P. Héneux, qui prit aussitôt la direction des travaux.

Le programme, rédigé par M. Bouvard, directeur des Services d'architecture de la Ville de Paris, conjointement avec le corps des sapeurs-

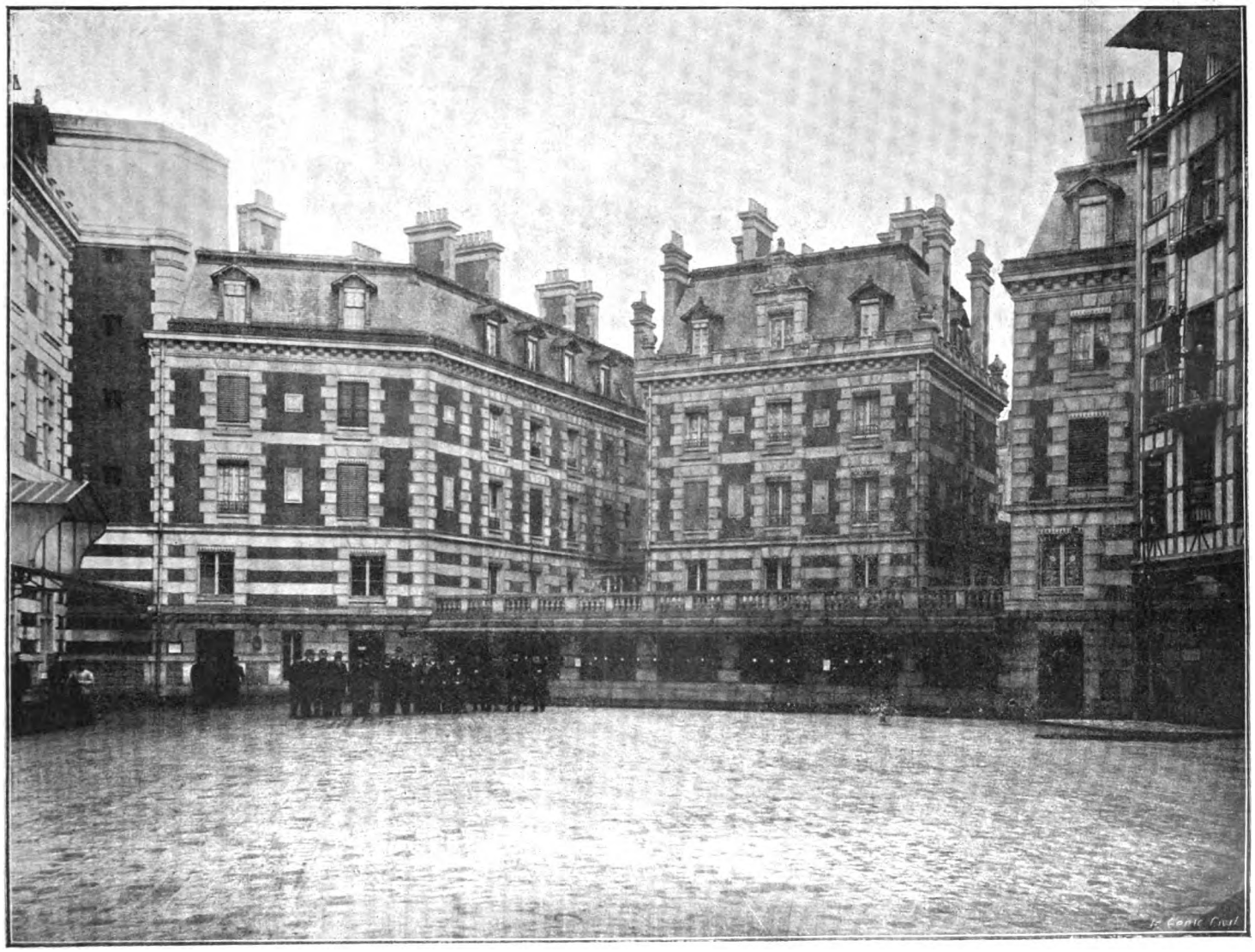


Fig. 1. — Nouvelle caserne de sapeurs-pompiers de la Ville de Paris : Façades sur la cour.

Digitized by Google

pompiers, imposait à l'architecte des conditions assez difficiles à remplir en raison de la forme ingrate du terrain. Nous verrons comment M. Héneux a su en tirer parti.

Depuis quelques années, l'État-Major des sapeurs-pompiers a reconnu

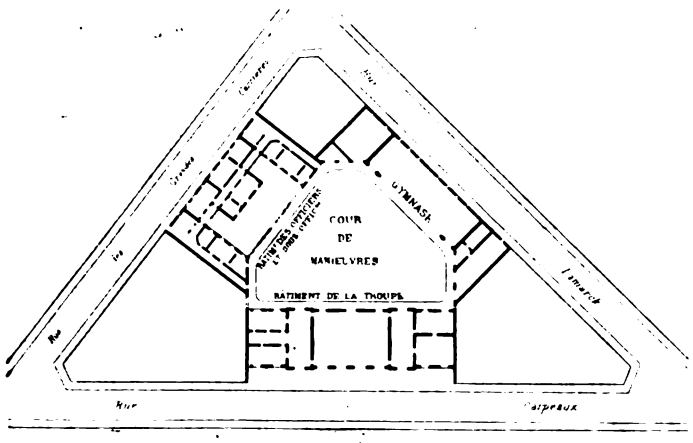


Fig. 2. — Plan de situation de la nouvelle caserne.

qu'un certain nombre de perfectionnements dans les dispositions intérieures des casernements étaient devenus nécessaires pour assurer le service rapide du matériel perfectionné dont sont munis tous les postes de la Ville de Paris. Ce sont ces perfectionnements qui ont été appliqués dans l'étude des dispositions de la caserne de la rue Carpeaux: les quelques mois qui viennent de s'écouler depuis sa mise en service ont d'ailleurs permis de s'assurer de la commodité de ces nouvelles dispositions.

Le programme imposait à l'architecte la construction séparée :

1° D'un bâtiment destiné à loger les hommes de troupe (200 hommes et caporaux) ;

2° D'un bâtiment pour les officiers et sous-officiers (un capitaine, deux lieutenants, douze sous-officiers) ;

3° D'un grand gymnase couvert et des remises nécessaires au matériel.

Il était absolument spécifié que chaque officier aurait un appartement complet avec entrée particulière sur la rue.

Batiment de la troupe. — Ce bâtiment, le plus important, est situé en bordure de la rue Carpeaux. Le rez-de-chaussée (fig. 2, pl. VI) a été utilisé pour les remises destinées à abriter le matériel d'incendie. Nous verrons plus loin la composition détaillée de ce matériel qui comprend quatre voitures. Chacune d'elles est disposée devant une porte de sortie donnant sur la rue; les harnachements sont à proximité et les attelages sont dans des boxes au fond de la remise.

A droite et à gauche de cette remise se trouvent deux passages conduisant à la cour intérieure. Celui de gauche, réservé au service journalier, donne accès au poste de police et au bureau du téléphone. Derrière le poste de police se trouvent les locaux disciplinaires. Le passage de droite sépare la remise du réfectoire et des cuisines.

Le réfectoire mérite une mention spéciale pour le confortable de son installation. Il est très bien aéré et éclairé, spacieux et facile à entretenir en bon état de propreté. Les hommes y mangent dans de la vaisselle.

Les deux étages du bâtiment de la troupe ont la même disposition et comprennent chacun quatre chambrées de vingt-quatre lits chacune.

Ces chambrées ont été étudiées de manière à placer dans les meilleures conditions d'hygiène, les hommes destinés à un service aussi pénible que celui des sapeurs-pompiers. Le cube d'air prévu est très considérable ; d'ailleurs, les nécessités de la circulation rapide lors des alertes imposaient de très grands passages autour des lits. Le passage central, en particulier, a 3 mètres de largeur ; de chaque côté se trouvent douze lits, adossés deux à deux par la tête (fig. 3). Il n'y a aucune planche à bagages, et les effets de chaque homme sont placés

Fig. 3. — Nouvelle caserne de sapeurs-pompiers de la Ville de Paris : Vue d'une chambrée.

dans un coffre que l'on glisse sous le lit. Le havresac, seul, est placé à la tête de celui-ci, qui est en fer avec sommier à ressorts.

De grandes baies vitrées assurent un éclairage abondant en même temps qu'un renouvellement facile de l'air s'il en est besoin. L'absence complète d'armoires et de casiers ne contribue pas peu à donner à l'ensemble un aspect net et propre.

Dans chaque chambrée, une grande table avec des bancs permet aux hommes d'écrire ou de lire s'ils le désirent.

Les deux étages (fig. 1 à 3, pl. VI) communiquent entre eux et avec le rez-de-chaussée par deux vastes escaliers ; de plus, des mâts

Digitized by Google

de descente, au moyen desquels les hommes se laissent glisser, sont placés dans les chambrées. En cas d'alerte, le personnel de service peut être très rapidement à son poste.

La différence assez considérable de hauteur entre la remise et les locaux annexes du rez-de-chaussée, a permis d'établir au-dessus de ceux-ci un entresol, dans lequel on a installé : les ouvriers de compagnie, le réfectoire des sous-officiers, et une salle de réunion ou de cours pouvant contenir 90 hommes.

L'étage sous combles n'a pas, jusqu'ici, reçu de destination particulière.

BATIMENT DES OFFICIERS ET SOUS-OFFICIERS. — Le bâtiment des officiers est situé sur la rue des Grandes-Carrières. Par suite de la différence de niveau, il donne de plain-pied sur cette rue et se trouve surélevé par rapport à la cour d'exercice.

Au rez-de-chaussée se trouve l'appartement du capitaine commandant la compagnie. Cet appartement est composé de trois chambres, salon, salle à manger, bureau et cuisine.

Au rez-de-chaussée se trouvent également l'appartement de l'adjudant, composé de deux chambres, une salle à manger et une cuisine, et les différents magasins et bureaux de la compagnie ainsi que le bureau du médecin-major.

Le premier étage comprend : l'appartement d'un lieutenant (trois chambres, salon, salle à manger, cuisine); quatre logements pour sous-officiers mariés (trois pièces et une cuisine).

Le deuxième étage a la même composition que le précédent.

Tous les appartements des officiers sont desservis par un escalier spécial; ceux des sous-officiers par deux escaliers : un à chaque extrémité du bâtiment. Notons, en passant, que tous les petits logements ont leur water-closet particulier.

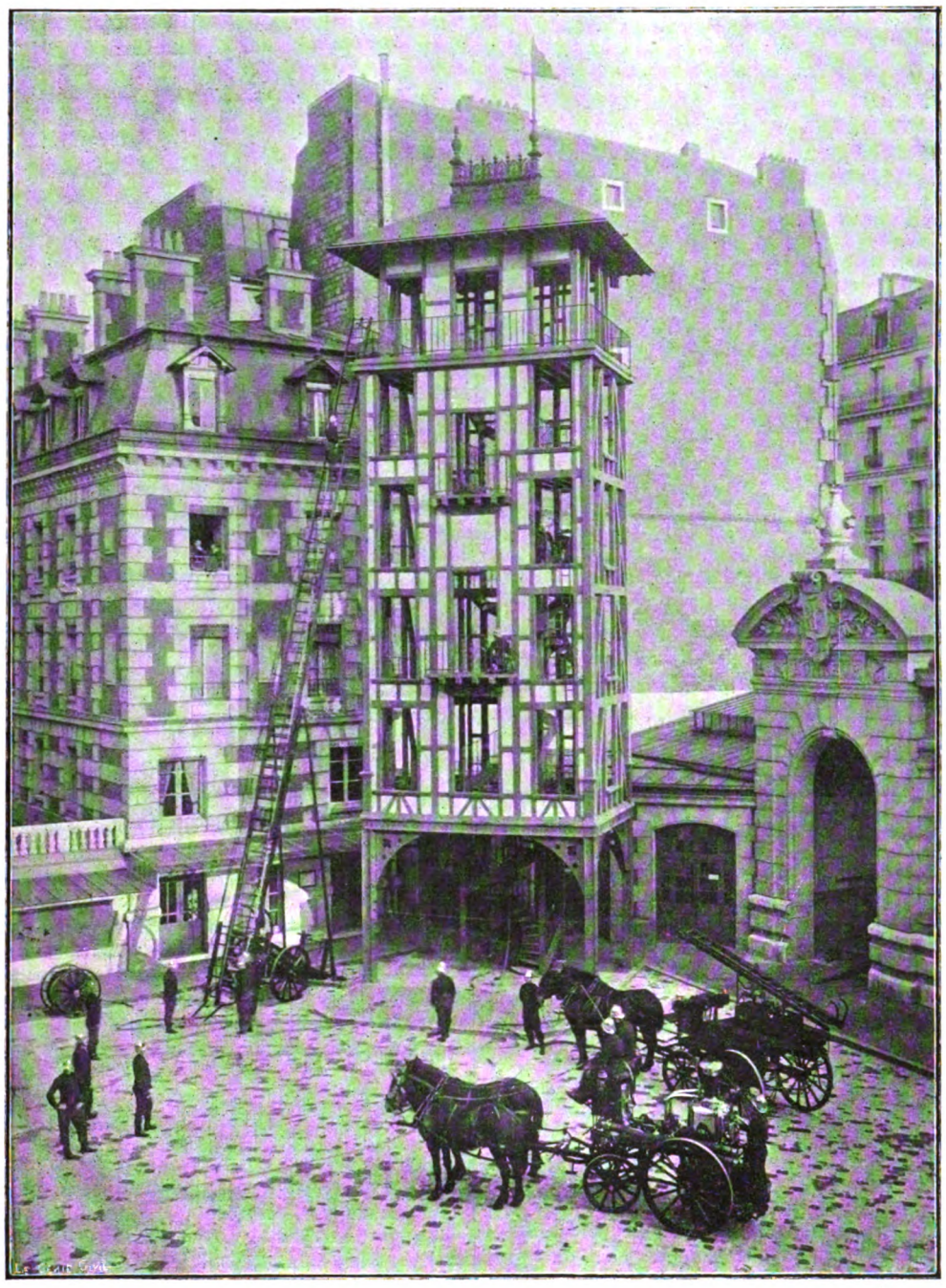


FIG. 4. — Construction édifiée, dans la cour de la caserne, pour l'exercice des sapeurs-pompiers.

SERVICES DIVERS. — *Gymnase.* — En raison de la grande importance de l'enseignement de la gymnastique dans le corps des sapeurs-pompiers, rien n'a été négligé pour donner à cet enseignement toutes les facilités nécessaires. Le gymnase occupe un vaste hangar, adossé au mur de clôture, sur la rue Lamarck, d'une superficie de 300 mètres carrés. Il comporte la collection complète de tous les appareils ordinairement en usage (portiques, barres, mâts, etc.).

Façade d'exercice. — Pour permettre de donner aux hommes l'instruction relative au maniement de certains appareils, on a disposé, dans un angle de la cour, une façade d'exercice (fig. 4). C'est, en quelque sorte, le squelette d'un bâtiment à cinq étages avec fenêtres, balcons, escalier intérieur, etc.

Cette façade d'exercice permet d'exécuter toutes les manœuvres correspondant aux différents thèmes d'instruction (sauvetages, communications entre les étages par les façades, établissement de lances, dressage des échelles, etc.).

Dans le même ordre d'idées, on a construit une *cave d'exercice.* Les feux de cave sont assez fréquents à Paris pour nécessiter une instruction spéciale et l'emploi d'un matériel créé à cet effet. On a donc installé la cave d'exercice en sous-sol, à l'extrémité d'un couloir assez long et tortueux, et les hommes sont exercés à la manœuvre dans la fumée produite par des matières que l'on allume dans cette cave.

On a également creusé un *puits d'exercice,* en vue des sauvetages que les pompiers peuvent être appelés à faire dans les puits et fosses.

Bains et lavoirs. — Tout ce qui concerne l'hygiène a été l'objet d'une scrupuleuse attention. Les bains chauds et douches sont confortablement installés dans une salle à l'extrémité du gymnase. Un lavoir couvert avec séchoir permet aux hommes de blanchir commodément leurs vêtements. Des water-closets sont installés dans la cour, mais il y a, dans chaque escalier des chambrées, des water-closets particuliers réservés aux malades. Les lavabos se trouvent à proximité des chambrées sur chaque palier.

Enfin, une marquise longeant les murs, à l'intérieur de la cour, facilite les allées et venues entre les différents bâtiments en cas de mauvais temps.

Chauffage. — Les logements des officiers et sous-officiers, ainsi que les différents bureaux, sont chauffés au moyen de cheminées.

Le bâtiment de la troupe est chauffé au moyen d'un calorifère établi en sous-sol. Ce calorifère à air chaud procure à la fois le chauffage et la ventilation aux différentes chambrées, salles de réunion, etc. Les conduits sont ménagés dans les principaux murs et amènent l'air chaud aux bouches, toutes placées dans les murs et non en parquet. Ajoutons que, dans la journée, les fenêtres et châssis vitrés sont le plus généralement ouverts en grand, assurant ainsi une ventilation supplémentaire considérable.

Éclairage. — L'éclairage est entièrement électrique; le courant provient d'un branchement pris sur le secteur Edison. Trois cents lampes de seize et dix bougies sont réparties dans les différents locaux et donnent un éclairage plus que suffisant.

Les interrupteurs qui commandent l'éclairage des chambrées, des remises et des écuries, sont placés dans le poste de police. De cette manière, il est facile, en cas d'alerte nocturne, d'éclairer en quelques secondes les pièces qui doivent être traversées par les hommes pour se rendre à leur poste.

Construction et décoration. — Tous les bâtiments sont construits dans le même style. L'architecte a employé pour les façades la pierre de taille et la brique apparente alternées (fig. 1 et 6), rappelant ainsi les

Digitized by Google

constructions Louis XIII dont on rencontre encore d'assez nombreux édifices à Paris. En ce qui concerne l'effet décoratif de la construction, on appréciera la manière dont M. P. Héneux a su tirer parti des façades : l'ensemble des bâtiments présente un aspect élégant et confortable. Le quartier avoisinant la rue Carpeaux est, évidemment, aujourd'hui encore un peu désert, mais il tend de plus en plus à se garnir d'immeubles modernes qui en améliorent l'aspect tous les jours; une construction simplement utilitaire n'eût pas été, d'ici quelques années, en rapport avec l'ensemble des immeubles voisins.

Les façades intérieures (fig. 1) présentent la même recherche dans la décoration, ainsi que les deux grands portiques placés à chaque extrémité du gymnase.

La pierre la plus employée provient des carrières de Saint-Maximin. La brique apparente est de la brique de Bourgogne choisie et les autres briques proviennent de Vaugirard.

Les ardoises de la couverture ne sont pas bleuâtres, comme les ardoises ordinaires, mais d'un violet tirant sur le rouge dont la teinte s'harmonise très heureusement avec le ton des façades.

En ce qui concerne l'intérieur, on a employé partout des enduits et peintures faciles à laver, de manière à pouvoir entretenir une propreté rigoureuse. Dans les chambrées, les angles inaccessibles aux nettoyages ont été proscrits et les murs sont raccordés aux planchers par des congés.

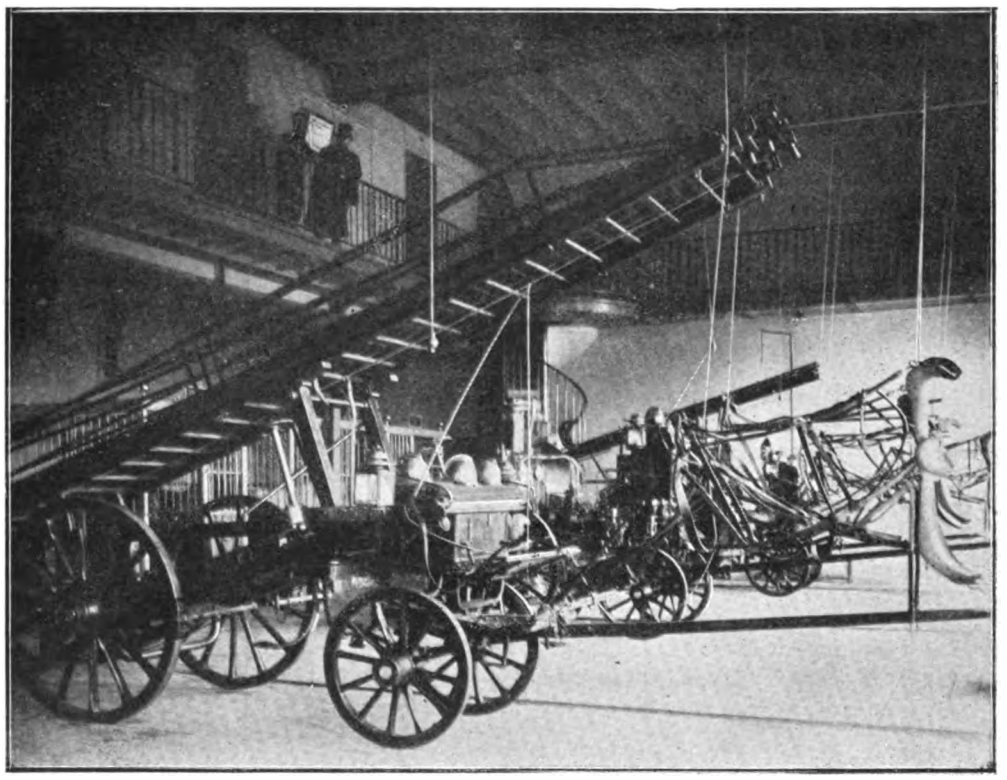


Fig. 5. — Remise des pompes prêtes à être attelées.

Prix de revient. — Le montant des différents mémoires peut se décomposer ainsi qu'il suit :

Terrasse	Fr.	30 000
Maçonnerie		600 000
Charpente en bois		120 000
Grosse serrurerie		210 000
Couverture et plomberie		90 000
Menuiserie		70 000
Peinture		35 000
Divers		295 000
Total	Fr.	1 450 000

Le gymnase, à lui seul, a coûté 80 000 francs; la façade d'exercice 25 000 environ. Le mobilier du casernement peut être estimé à une dizaine de mille francs.

La construction de la caserne de la rue Carpeaux a duré environ deux années.

Organisation du Service d'incendie à Paris. — Il nous paraît intéressant d'ajouter, à la description que nous venons de faire, quelques indications sur l'organisation du Service d'incendie à Paris et, en particulier, sur le service d'un poste comme celui de la rue Carpeaux.

Nous avons vu que Paris est partagé en douze secteurs et que chacun d'eux est desservi par l'une des douze compagnies du régiment de sapeurs-pompiers. Chacun de ces secteurs comprend deux subdivisions : l'une dépendant d'une caserne, l'autre d'un poste central, également pourvus de matériel. On a donc obtenu ainsi vingt-quatre postes de secours, prêts à marcher au premier signal.

De nombreux avertisseurs sont placés sur la voie publique, dans les principaux édifices, dans les théâtres et même chez des particuliers. On trouve, en moyenne, à Paris un avertisseur tous les 500 mètres. Tous ces avertisseurs sont reliés avec le poste le plus voisin au moyen d'une ligne téléphonique. Ces lignes sont vérifiées tous les deux jours et parfois plus souvent, par les soins du poste auquel est relié l'avertisseur.

On sait qu'il suffit de briser la glace de ces appareils pour pouvoir téléphoner immédiatement les indications relatives au lieu et à l'importance du sinistre; mais, en l'absence de ces indications, le fait même d'avoir brisé la glace donne lieu à la production de signaux Morse qui sont enregistrés par le récepteur du poste. On peut ainsi savoir quel est l'avertisseur qui a fonctionné et envoyer les secours du côté de cet avertisseur.

L'eau nécessaire au Service d'incendie est distribuée par 8 000 bouches réparties sur la voie publique, de manière qu'il n'y ait jamais plus de 100 mètres entre deux bouches. Cette disposition permet de disposer toujours d'une bouche à moins de 50 mètres d'un incendie. On a ensuite recours aux bouches plus éloignées.

En général, la pression de l'eau est suffisante pour que l'on puisse alimenter les lances en les raccordant directement aux bouches d'incendie; la pression de l'eau atteint environ une cinquantaine de mètres dans le centre de Paris, et cela suffit dans la plupart des cas. Mais dans les quartiers un peu élevés la pression n'est plus aussi grande, et dès qu'elle est au-dessous de 30 mètres, il faut employer la pompe à vapeur. Le modèle employé permet d'atteindre une pression de 6 à 8 kilogr. et peut débiter plus d'un mètre cube à la minute.

Toutes les bouches d'incendie sont vérifiées une fois par mois par le régiment des sapeurs-pompiers conjointement avec le Service des eaux. On sait que toutes les bouches sont indiquées par des inscriptions apposées sur le mur le plus voisin; cette précaution permet de retrouver immédiatement la bouche dans le cas d'une chute de neige qui en dissimulerait l'emplacement.

Les tuyaux habituellement employés sont en toile et ont 40 millimètres de diamètre; ils peuvent résister facilement à une pression de 6 kilogr. et sont munis de dispositifs permettant de les fixer de place en place aux échelles; on conçoit, en effet, qu'un homme ne pourrait supporter le poids du tuyau plein d'eau. Toutes les fois que ces tuyaux ont servi, ils sont soigneusement vérifiés et séchés. Les postes possèdent, d'ailleurs, assez de matériel de rechange pour qu'il y ait toujours assez de tuyaux prêts à servir.

Chaque poste possède, pour desservir son périmètre, le matériel-voitures ci-dessous :

Une grande échelle;
Un fourgon principal;
Un fourgon auxiliaire;
Une pompe à vapeur.

A ces quatre voitures, il faut ajouter un certain nombre d'agrès, tels que chèvres, crics, etc., destinés à des sauvetages spéciaux.

La grande échelle peut se dresser et se manœuvrer sans aucun appui; elle s'emploie pour les sauvetages et l'établissement des lances. Deux chevaux suffisent pour l'attelage et trois hommes pour la manœuvre.

Le fourgon principal est destiné au transport des hommes et du matériel; il contient des tuyaux en toile et en caoutchouc, un ventilateur pour les feux de cave, un casque respiratoire, un réservoir d'oxygène pour combattre les commencements d'asphyxie, des cordes et de petites échelles à crochet. Il porte douze hommes et un officier, et est attelé de deux chevaux.

Le fourgon auxiliaire est particulièrement destiné au matériel de la pompe à vapeur et à la réserve de combustible de cette pompe. Il porte également une douzaine d'hommes et est attelé de deux chevaux.

La pompe à vapeur est du modèle bien connu à chaudière verticale; elle est conduite par un chauffeur et un mécanicien; deux chevaux suffisent pour l'attelage.

La mise en pression de cette pompe est assez longue avec de l'eau froide; d'autre part, il est impossible de la maintenir toujours en pression. On s'est arrêté, pour éviter ces inconvénients, au procédé

Digitized by Google

suivant qui permet une mise en pression rapide en tout temps. L'eau de la chaudière est constamment maintenue à une température de 60 degrés au moyen d'une rampe à gaz. Aussitôt que l'ordre de départ est donné, on allume le foyer, toujours garni de combustible, et la pompe se trouve prête à fonctionner dès son arrivée sur le lieu de l'incendie.

Voici maintenant comment fonctionne le départ des secours.

Dès que la glace d'un avertisseur est brisée, une sonnerie se fait entendre, comme nous l'avons dit, au poste téléphonique de la caserne. avec les voitures descendent, soit par les escaliers, soit par les mâts de descente. Toutes ces opérations s'effectuent avec une grande célérité.

Dans le cas d'un incendie très important, on fait partir en même temps la pompe à vapeur et le fourgon auxiliaire, mais, le plus souvent, ces voitures ne sont envoyées que sur la demande de l'officier qui dirige le premier départ.

Ajoutons que le matériel affecté à un secteur ne doit jamais en sortir, sauf sur ordre spécial de l'État-Major, de manière à ne pas priver un point de Paris de tout moyen de secours immédiat.

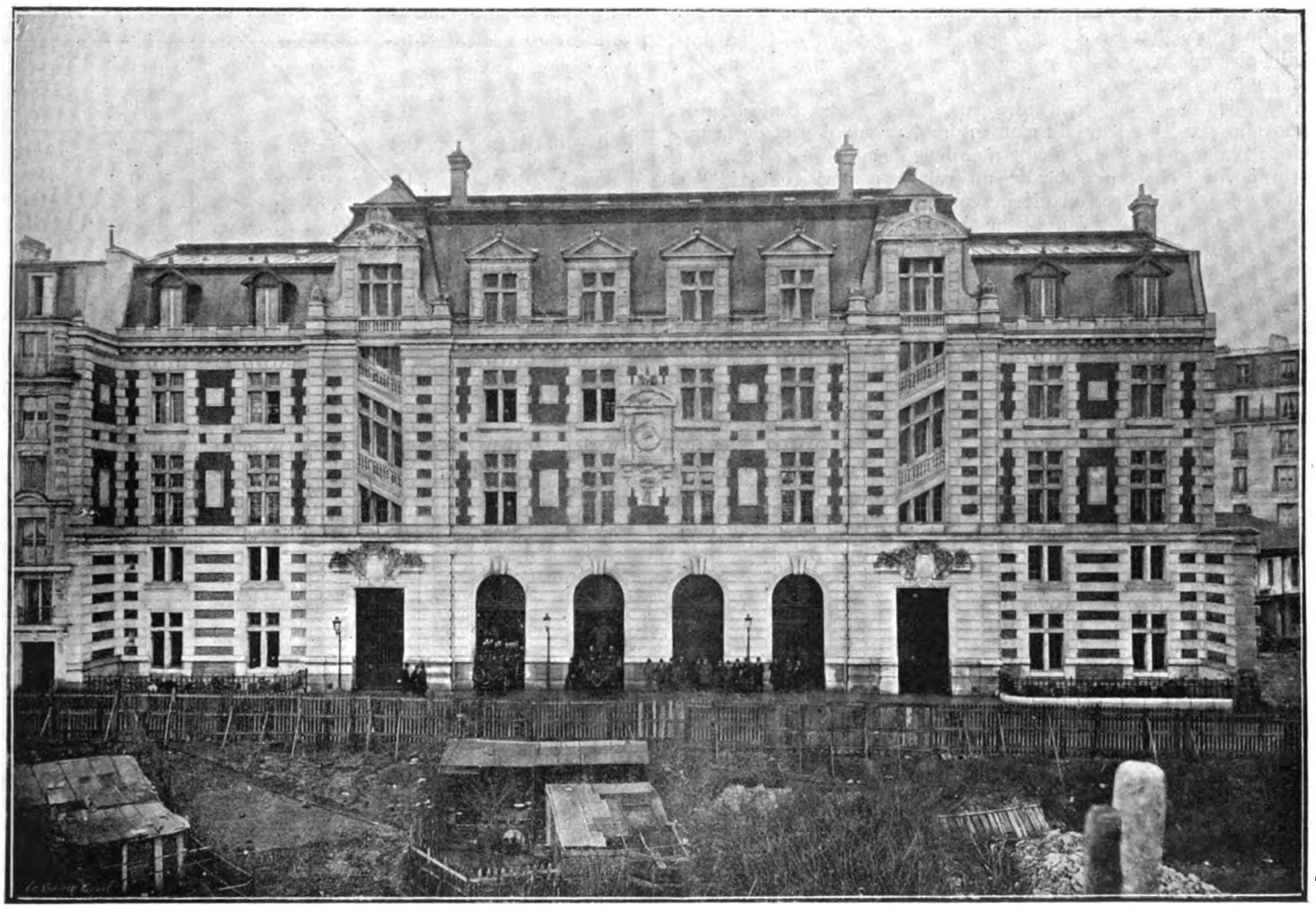


Fig. 6. — Nouvelle caserne de sapeurs pompiers de la Ville de Paris : Façade sur la rue Carpeaux.

Si l'on annonce un simple feu de cheminée, le poste se contente d'envoyer à l'adresse indiquée deux sapeurs munis de quelques outils et de sulfure de carbone, ce produit étant reconnu le plus pratique pour éteindre les feux de cheminée.

Si l'on ne donne que des indications vagues sur l'importance de l'incendie, ou en l'absence de toute indication, on envoie la grande échelle et le fourgon principal.

Dès le signal du départ donné, les hommes de garde déclenchent un système qui provoque l'ouverture des portes de la remise et des écuries. Les chevaux viennent se placer devant les voitures, sous les harnachements suspendus à l'avance (fig. 5) et sont ainsi très rapidement attelés. Pendant ce temps, les hommes qui doivent partir

Tel est, dans ses grandes lignes, le fonctionnement du Service d'incendie dans les postes et casernes de sapeurs-pompiers. On peut dire que tout est prévu pour que le départ des secours se fasse méthodiquement et, par suite, avec le maximum de rapidité possible. L'ensemble de ces opérations peut paraître, à première vue, très simple, mais il convient de remarquer que cette simplicité même n'est que la conséquence de longues années de recherches et de perfectionnements apportés peu à peu au matériel et aux règlements actuellement en usage. De même, l'instruction et l'entraînement des hommes ne sont que le résultat d'exercices journaliers très sérieusement étudiés.

M. Marchand,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

MÉCANIQUE

ÉQUILIBRAGE DES MACHINES

(Suite et fin [1].)

Régularité des moments moteurs. — Il est important de déterminer dans quelles conditions les calages de manivelles peuvent conduire à des résultats satisfaisants au point de vue de la régularité du couple moteur.

Le moment moteur relatif à un piston s'annule pour des angles de la manivelle de 0 et 180 degrés, avec la verticale, et atteint son maximum aux environs de 90 et 270 degrés. Il est donc représenté, en fonction des angles de manivelles pris comme abscisses, par une courbe telle que la courbe ci-contre (fig. 50) ; si nous appelons c la valeur maximum de ce couple moteur, la courbe M aura la même allure générale et les mêmes maxima que la courbe :

$$\frac{c}{2}(1 - \cos 2\alpha).$$

Faisons la somme des expressions analogues pour tous les pistons d'une machine. Le couple moteur résultant sera d'autant plus constant que la somme des valeurs telles que :

$$\frac{c}{2}\cos 2\alpha$$

sera elle-même plus constante. Or, cette somme n'est autre chose que la projection, sur la verticale, du segment somme géométrique des segments ayant la même orientation que ceux correspondant

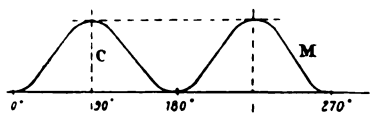


Fig. 50.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 4, p. 51, et n° 5, p. 69.

Digitized by Google

aux effets secondaires des forces d'inertie *(résultantes verticales)* et ayant pour longueurs des valeurs égales à $\frac{c}{2}$.

Pour une machine dont les différents pistons ont à peu près même poids, et dont les couples moteurs correspondant à chaque piston ont à peu près même valeur ou, d'une façon plus générale, pour une machine pour laquelle les couples moteurs sont à peu près proportionnels aux poids des équipages correspondants, le segment précédent sera à très peu près le segment résultant du polygone relatif aux résultantes d'inertie verticale secondaires.

La considération de ces derniers segments donnera donc de suite une indication sur la régularité du couple moteur, régularité qui sera d'autant plus satisfaisante que le segment en question sera plus court, c'est-à-dire que la machine sera mieux balancée au point de vue de la résultante verticale secondaire d'inertie.

Il y a lieu de considérer, d'autre part, les influences du calage des manivelles sur les valeurs du moment moteur au départ de la machine ; l'examen du calage même renseigne de suite à ce sujet.

On devra s'efforcer d'obtenir un calage compris entre 90 et 120 degrés pour les deux manivelles correspondant aux deux cylindres plus particulièrement désignés pour obtenir la mise en marche, c'est-à-dire, le plus souvent, pour les cylindres haute pression et moyenne pression.

Exemples d'équilibrage de machines a quatre manivelles. — Dans un mémoire présenté, en 1902, à l'Institution des « Naval Architects », le professeur W. E. Dalby examine le cas de machines à trois ou quatre cylindres, de même puissance, et de calages variables des manivelles.

Dans chaque cas les valeurs des réactions d'inertie, avec ou sans addition de contrepoids pour l'équilibrage, sont calculées, ainsi que les variations du couple moteur.

Nous allons résumer sommairement les résultats indiqués dans le mémoire.

Les machines développent chacune 1750 chevaux à 90 tours et sont toutes à triple expansion.

Les dimensions principales sont les suivantes :

		MACHINES A TROIS manivelles	MACHINES A QUATRE manivelles
		mètres	mètres
Diamètre des cylindres . .	HP	0,6427	0,6477
	MP	1,0033	1,0033
	BP.	1,539	1,0922 (2 cyl.)
Course.		0,8382	0,8382
Rapport des manivelles aux bielles $\frac{1}{4,4}$.		»	»

Tableau résumant les résultats obtenus suivant le calage des manivelles et la disposition des cylindres.

	EFFETS D'INERTIE						VARIATION DES COUPLES MOTEURS des rapports			VALEURS DES CONTREPOIDS ajoutés aux			POIDS DES ÉQUIPAGES mobiles		AUGMENTATION de poids °/₀ résultant de l'addition des contrepoids
	Résultante verticale maximum	Couple vertical maximum	Résultante horizontale maximum	Couple horizontal maximum	Coefficients résultante verticale	Coefficients des moments d'inertie	Moments maxima / Moments moyens	Moments minima / Moments moyens	Moments maxima / Moments minima	Manivelles AV	Manivelles AR	Totaux	avant addition des contrepoids	après addition des contrepoids	
	kgr	km	kgr	km						kgr	kgr	kgr	kgr	kgr	°/₀
Machine à trois manivelles	*Avant l'addition de contrepoids.*														
BP MP HP	1 828	37 132	609	13 932	(a) 0,415	(b) 5,490									
HP BP MP HP	*Après l'addition de contrepoids.*						»	»	»	2 286	2 509	4 795	9 177	13 979	52,20
	711	4 334	1 778	21 672	0,161	0,640									
Fig. 51. Fig. 52.															
Calage A.	*Avant l'addition de contrepoids.*														
BPAR BPAV MP HP	5 486	61 920	2 032	23 220	1,246	9,150									
HP BPAR MP BPAR BPAV	*Après l'addition de contrepoids.*						1,23	0,73	1,68	2 759	1 518	4 277	10 077	14 354	42,20
	233	3 405	3 860	37 152	0,053	0,502									
Fig. 53. Fig. 54.															
Calage B.	*Avant l'addition de contrepoids.*														
BPAR BPAV MP HP	1 818	25 696	50	8 359	0,413	3,790									
HP BPAR BPAV BPAR MP	*Après l'addition de contrepoids.*						1,30	0,50	2,60	843	1 127	1 970	10 077	12 047	19,50
	609	10 216	1 320	10 331	0,138	1,510									
Fig. 55. Fig. 56.															
Calage C.	*Avant l'addition de contrepoids.*														
BPAR MP HP BPAV	5 080	16 099	2 032	5 263	1,154	2,380									
HP BPAR MP BPAV	*Après l'addition de contrepoids.*						1,23	0,73	1,68	534	968	1 502	10 077	11 579	14,90
	235	7 275	3 048	5 263	0,053	1,075									
Fig. 57. Fig. 58.															
Calage D.															
BPAR MP HP BPAV	181	7 120	335	1 021	0,0413	1,050	1,20	0,70	1,70	»	»	»	10 077	10 425	3,50
HP BPAR MP BPAV															
Fig. 59. Fig. 60.															

(a) Les chiffres de cette colonne sont les valeurs du rapport $\frac{V}{F \times v}$;

(b) Les chiffres de cette colonne sont les valeurs du rapport $\frac{M}{F \times v \times D}$ (machines à trois cylindres) ou $\frac{M}{FvD\sqrt{2}}$ (machine à quatre cylindres) ; V, résultante verticale maximum ; F, force en chevaux ; v, vitesse des pistons ; M, couple vertical maximum ; D, diamètre du cylindre basse pression.

Digitized by Google

Les poids des équipages mobiles sont donnés par le tableau ci-dessous :

			MACHINES à TROIS CYLINDRES	MACHINES à QUATRE CYLINDRES	MACHINE BALANCÉE suivant la méthode Schlick-Tweedy Yarrow
			kilogr.	kilogr.	kilogr.
Cylindre HP	Équipages des pistons	Soies	914	914	914
		Attelage des pistons	1 371	1 371	1 418
	Équipages des tiroirs	Chariot	144	144	144
		Attelage des tiroirs	179	179	179
Cylindre MP	Équipages des pistons	Soies	914	914	914
		Attelage des pistons	1 643	1 643	1 643
	Équipages des tiroirs	Chariot	144	144	144
		Attelage des tiroirs	243	244	244
Cylindre BP	Équipages des pistons	Soies	914	1 371	AV 751 / AR 752
		Attelage des pistons	2 260	2 377	AV 1 188 / AR 1 358
	Équipages des tiroirs	Chariot	144	288	AV 144 / AR 144
		Attelage des tiroirs	307	488	AV 244 / AR 244

Les résultats obtenus suivant le calage des manivelles et la disposition des cylindres sont résumés par le tableau de la page précédente.

Des chiffres de ce tableau, il résulte que :

Si l'on admet que l'importance relative des réactions verticales V et des couples verticaux C est représentée par $\frac{V}{2}$ et $\frac{C}{l}$ (l étant la longueur de la plaque de fondation), l'importance des couples verticaux d'inertie l'emporte généralement sur celle des réactions verticales.

En considérant les machines à quatre cylindres et, tout d'abord, le cas où il n'est pas ajouté de contrepoids d'équilibrage, la solution de beaucoup la moins avantageuse est celle qui consiste à mettre les cylindres dans l'ordre naturel HP, MP, BP AV, BP AR, en calant les manivelles successives à 90 degrés les unes des autres.

On fait tomber les couples d'inertie de 61 920 kilogrammètres à 25 696 kilogrammètres en calant, à 180 degrés l'une de l'autre, les deux manivelles AV et les deux manivelles AR.

En rejetant, en outre, aux extrémités les équipages mobiles les plus légers, c'est-à-dire les deux basses pressions, le couple d'inertie tombe de 25 696 kilogrammètres à 16 099 kilogrammètres.

Enfin, en modifiant légèrement le calage de façon à obtenir un équilibrage naturel et en augmentant légèrement les poids des équipages mobiles BP, le couple vertical d'inertie est réduit à 7120 kilogrammètres.

La résultante verticale d'inertie est en même temps considérablement réduite.

Chacune des modifications successives indiquées ci-dessus a eu pour résultat de réduire considérablement le moment des forces d'inertie dans un plan horizontal.

L'addition de contrepoids aux manivelles extrêmes permet de réduire considérablement, dans le cas de la machine à trois manivelles, ou dans le cas des machines à quatre manivelles calées à angles droits, les valeurs des résultantes verticales d'inertie et des couples verticaux d'inertie. Les résultats obtenus à ce point de vue sont comparables à ceux donnés par le calage spécial. Il y a lieu de noter seulement que les résultantes horizontales d'inertie, forces et couples, ont des valeurs beaucoup plus grandes.

L'augmentation de poids résultant de l'équilibrage est variable suivant les dispositions de la machine ; relativement considérable (4 277 kilogr., soit 42 °/₀ du poids des pièces mobiles) dans le cas où les cylindres sont dans l'ordre naturel, les manivelles successives calées à 90 degrés, cette augmentation n'est plus que de 1 970 kilogr., ou 20 °/₀ environ du poids des pièces mobiles, en calant à 180 degrés l'une de l'autre les deux manivelles de l'avant, ainsi que celles de l'arrière ; elle tombe à 1 502 kilogr., soit 15 °/₀ du poids des pièces mobiles, en disposant, en outre, aux extrémités les équipages les plus légers.

Dans le cas particulier considéré, l'augmentation de poids des pistons pour l'équilibrage par la méthode Schlick-Tweedy-Yarrow, n'est que de 350 kilogr., soit 3,5 °/₀ du poids des équipages mobiles.

Ces chiffres n'ont, évidemment, rien d'absolu ; ils peuvent varier dans de grandes limites suivant les dispositions de la machine, les distances des axes des cylindres les uns aux autres, et les poids des différents équipages mobiles.

En particulier, l'augmentation de poids des pistons, pour l'équilibrage par la méthode Schlick-Tweedy-Yarrow dépasse notablement, dans certains cas, les proportions indiquées ci-dessus ; il en résulte alors une augmentation notable des effets d'inertie non équilibrés, dus à l'obliquité des bielles ; la méthode d'équilibrage par contrepoids sur l'arbre avec manivelles à 90 degrés, donnera alors des résultats plus avantageux au point de vue de l'équilibrage des résultantes verticales d'inertie et des couples d'inertie.

H. Brillié,
Ingénieur de la Marine,
Ingénieur à la Société des Chantiers et Ateliers de Saint-Nazaire.

HYGIÈNE

DES PROMPTS SECOURS

dans les accidents de chemins de fer.

Tous nos réseaux de chemins de fer français possèdent, actuellement, une organisation qui leur permet de secourir promptement les blessés, dans le cas d'accident.

Par circulaire ministérielle, en date du 22 novembre 1898, les boîtes de secours des gares et stations ont été réorganisées, et leur composition mise en rapport avec les progrès de la chirurgie moderne. Des pansements aseptiques peuvent notamment être pratiqués. Des brancards sont déposés dans les principaux centres des réseaux. Des instructions sont données aux agents pour la manœuvre des brancards et pour les premiers secours aux malades et blessés.

Quelques *desiderata* existent cependant encore. Aussi avons-nous cru utile d'adresser à l'Administration quelques propositions, destinées à compléter les excellentes mesures prescrites en France jusqu'à ce jour, pour l'organisation du service de secours aux blessés dans les accidents de chemins de fer.

Ces propositions sont :

1° D'installer des salles pour opérations aseptiques (opérations urgentes ou de petite chirurgie), et des salles de pansements dans les principaux centres et ateliers des réseaux ;

2° D'organiser des wagons-ambulances de secours.

Nous allons étudier les moyens pratiques d'obtenir ces créations et nous signalerons l'initiative prise, récemment, par quelques Compagnies étrangères de chemins de fer, au sujet de ces importantes questions sanitaires.

De la nécessité de salles pour opérations aseptiques et de salles de pansements, dans les principaux centres et ateliers des réseaux de chemins de fer. — Lorsqu'un agent ou un voyageur est blessé, le premier pansement ne peut, en général, avec l'organisation actuelle, se faire dans de bonnes conditions. Le patient est transporté dans le bureau du chef, ou dans toute autre salle de la gare, qui manque souvent de table, qui est presque toujours envahie par la poussière. Le chirurgien n'a pas à sa disposition l'eau, les vases stérilisés nécessaires, il ne peut se laver convenablement les mains. Le pansement qu'il fait *n'est presque jamais aseptique.*

Dans les ateliers, les conditions dans lesquelles se font les pansements des blessures sont tout aussi défectueuses.

Si, en thèse générale, on peut dire que les opérations urgentes, qui doivent se pratiquer sans attendre, sont rares, il faut cependant reconnaître que le chirurgien doit souvent intervenir immédiatement, quand il s'agit, par exemple, de ligatures d'artères, de sutures, de plaies pénétrantes de poitrine et de l'abdomen, de fractures compliquées, de lésions du larynx et de la trachée.

Actuellement, dans la plupart des Compagnies de chemins de fer françaises et étrangères, la même salle des gares des villes principales, ou des ateliers, sert à la fois pour donner des consultations, pour faire le pansement des blessures suppurantes et aussi pour le traitement des blessures accidentelles des agents et des voyageurs. Il est inutile d'insister sur les dangers d'une telle organisation.

Sur la plupart des voies ferrées de l'Autriche et de l'Allemagne, il existe, mais seulement dans les grandes gares, des salles pourvues d'un matériel de secours et de pansements, qui servent à la fois pour les consultations, pour les petites opérations et pour les pansements.

A Vienne (Autriche), un poste de police muni de brancards, de boîtes de secours, etc., est installé dans toutes les gares. En cas d'accident, ces postes appellent par téléphone la station centrale de la Société des Sauveteurs Volontaires, qui envoie immédiatement une voiture-ambulance avec un médecin et des infirmiers. Dans les gares principales et dans les ateliers de la Compagnie autrichienne K. k. Kaiser Ferdinands-Nordbahn, existent des salles d'opérations et de pansements destinées à donner les premiers secours aux agents ou aux voyageurs blessés.

Digitized by Google

En France, le docteur Baudrimont, médecin principal de la Compagnie des Chemins de fer du Midi, a eu l'initiative de la fondation d'une salle d'opérations et d'une salle de pansements, à la gare Saint-Jean des Chemins de fer du Midi, à Bordeaux. Nous avons visité ces salles, à plusieurs reprises; elles sont installées d'une façon parfaite et peuvent servir de modèle pour des créations semblables.

La figure 1 représente la *salle d'opérations*, dont l'aménagement a été fait par la maison Flicoteaux. Les instruments ont été fournis par Gendron (de Bordeaux).

La *salle de pansements* est absolument indépendante de la salle d'opérations. C'est une chambre ordinaire de 5m50 de longueur sur 3m50 de largeur, dont on a arrondi les angles et peint les murs. Elle renferme :

1° Une grande table, recouverte d'une glace, sur laquelle sont déposées quelques cuvettes à pansement;
2° Une armoire contenant quelques instruments et appareils de pansement de première nécessité;
3° Un stérilisateur par coction avec lampe à gaz;
4° Un lavabo;
5° Une installation pour eau chaude et eau filtrée;
6° Une lampe électrique à triple foyer.

Un chirurgien est spécialement chargé des pansements externes aits dans cette salle. De l'avis du docteur Baudrimont, ce nouveau service diminuera, dans de notables proportions, la durée des incapacités de travail par affection chirurgicale légère (abcès, plaies superficielles, fractures etc.).

Il existe encore aux ateliers une *ambulance* avec un infirmier capable de donner les premiers soins.

On installe, en outre, dans les principales gares du réseau du Midi, un *petit appareil* destiné aux pansements, consistant en une table avec dessus de marbre, adaptée au mur, supportant un fourneau à gaz sur lequel peut être posée une poissonnière pour la stérilisation des instruments ou une bouilloire pour avoir de l'eau chaude ou bouillie, un broc, une bassine à pansement réniforme, le tout en tôle émaillée. Une petite armoire renferme les pièces à pansement, les produits antiseptiques, les instruments, etc.

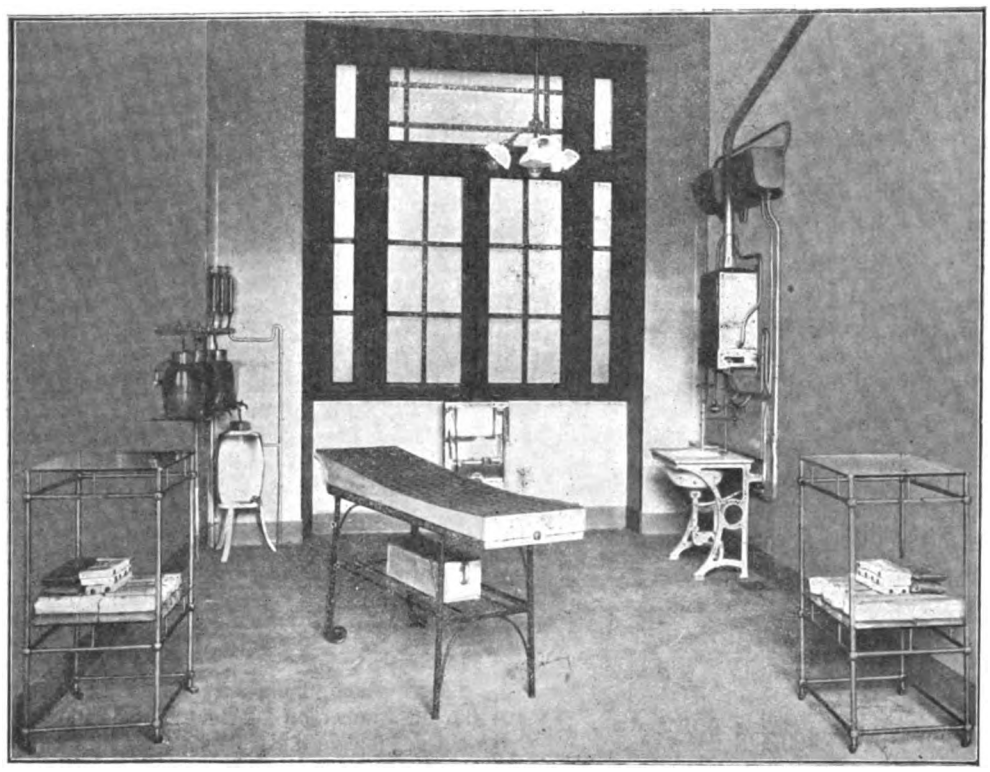


Fig. 1. — Salle d'opérations de la gare de Bordeaux (Compagnie du Midi).

La Compagnie du Chemin de fer du Nord vient d'installer, récemment, d'après les indications de son chef de service médical, le docteur Périer, une salle de premier pansement et d'opérations.

La Compagnie P.-L.-M. possède, en divers points de son réseau, des salles de pansements.

Les Compagnies de l'Ouest et de l'Est en possèdent, à Paris, dans les principaux centres et dans quelques ateliers de leur réseau.

Sur le Réseau de l'État nous avons réclamé, depuis plusieurs années, l'installation, dans les principales gares et dans les ateliers, de salles pour opérations aseptiques et de salles de pansements; les salles de pansements devant être absolument indépendantes des salles pour opérations. M. le Directeur nous a donné, en partie, satisfaction en décidant la création, à la gare de Saintes, d'une salle de prompts secours.

Cette salle, installée près du cabinet médical, au rez-de-chaussée de la gare, est pourvue des objets suivants :

1° Une table longue et étroite, pour pouvoir y coucher un blessé dans le cas d'opérations de petite chirurgie ou de pansements compliqués (hémostase difficile, ligatures, sutures, etc.);
2° Une table avec dessus en tôle émaillée pour placer les instruments;
3° Deux chaises aseptiques;
4° Un stérilisateur pour les instruments;
5° Un porte-capsule en porcelaine pour solutions antiseptiques;
6° Deux barillets d'une contenance de 5 litres avec robinet de verre, remplis de solutions antiseptiques;
7° Une boîte à compresses;
8° Plusieurs plateaux pour instruments;
9° Installation de l'eau avec lavabo;
10° Installation du gaz avec fourneau à plusieurs becs.

Nous pensons qu'il serait très utile d'installer des salles pour opérations de petite chirurgie et des salles de pansements indépendantes dans les ateliers de Saintes et de Tours, dans les gares de Saintes, Tours, Niort, la Roche-sur-Yon, Nantes, La Rochelle et Rochefort.

Les salles de pansements devraient contenir en réserve et en assez grande quantité des objets de pansement, des paquets de pansement individuel, des attelles, des gouttières, des brancards pliants, qui pourraient être utilisés dans le cas d'accident important de chemin de fer.

Ces créations auraient certainement comme résultat d'éviter les complications des blessures primitives, de diminuer la durée de leur traitement et, chez nos ouvriers, de faire baisser très notablement la durée des incapacités de travail pour blessures ou affections chirurgicales légères.

Elles permettraient, dans le cas d'accident grave, d'avoir sous la main un matériel important pour les premiers pansements, pour l'immobilisation et le transport des blessés.

Nous insisterons en dernier lieu sur ce point que les salles pour opérations, installées dans les gares ou les ateliers, ne doivent servir que pour les opérations urgentes de petite chirurgie, pour les premiers pansements des blessures récentes; les opérations importantes complémentaires, devant être faites dans les hôpitaux.

Les salles dites de pansements ne doivent servir que pour le pansement des plaies ou blessures suppurantes.

Comme conclusion, nous demandons la création de salles pour opérations aseptiques (opérations urgentes ou de petite chirurgie) et de salles pour pansements absolument indépendantes des salles pour opérations aseptiques, dans les principaux centres et ateliers du réseau.

Des wagons-ambulances de secours. — Lorsqu'un accident grave de chemin de fer se produit dans une région éloignée d'un centre important, lorsque les blessés sont nombreux, le transport et le pansement des victimes ne peuvent, avec l'organisation actuelle, se faire dans de bonnes conditions. Nous savons, par expérience, combien est défectueux le transport en wagons des blessés par accidents de chemins de fer atteints de traumatismes graves des membres inférieurs, de l'abdomen et de la poitrine. Nous connaissons la difficulté d'immobiliser et de panser convenablement tous les blessés.

En général, les premiers pansements, l'immobilisation des membres inférieurs ne peuvent être faits correctement, faute du matériel nécessaire. Les premiers pansements des blessures, si importants au point de vue des suites et des complications, ne peuvent être pratiqués aseptiquement.

Le transport dans des voitures de 1re classe, bien suspendues, ne donne pas toutes les garanties nécessaires et aggrave souvent les blessures. Il est, d'ailleurs, difficile d'avoir à sa disposition, au moment ou quelques heures après l'accident, des voitures de 1re ou de 2me classe en nombre suffisant.

Ajoutons que quelques blessés exigent d'être reconduits dans leur résidence et sont ainsi souvent obligés de faire de longs parcours en chemin de fer.

Depuis quelques années, certaines Compagnies de chemins de fer se sont préoccupées de cette question des prompts secours à la suite d'accidents de chemins de fer:

1° Les unes ont proposé de tenir en réserve un certain nombre de wagons transformés en wagons-ambulances, contenant des lits et un

Digitized by Google

matériel de secours important, qui peuvent se rendre à la moindre réquisition sur le lieu de l'accident ;

2° Les autres ont pensé qu'il suffirait de placer dans les wagons de secours ordinaires, qui doivent se rendre sur le lieu de l'accident, quelques brancards, des médicaments et des objets de pansement ;

3° Nous proposons enfin une autre solution qui consisterait à utiliser comme wagons-ambulances de secours, un certain nombre de voitures à voyageurs, disposées de façon à servir en temps de guerre au transport des blessés et malades militaires.

I. — *Wagons-ambulances de secours.* — Les Compagnies de chemins de fer étrangères ont, les premières, adopté les wagons transformés en wagons-ambulances qui, remisés en divers points du réseau, sont dirigés aussi promptement que possible sur le lieu de l'accident. Ces wagons apportent tout le matériel de pansement nécessaire. Ils contiennent un assez grand nombre de lits sur lesquels sont installés les

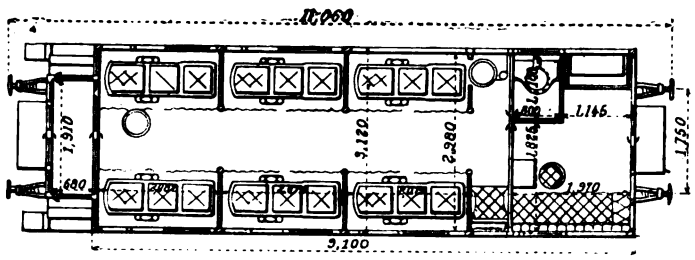


FIG. 2. — Wagon de secours des chemins de fer hongrois, du docteur von Czatary.

blessés les plus gravement atteints, qui peuvent être ensuite transportés à de grandes distances, sous la surveillance d'un médecin.

En 1881, le docteur von Czatary (de Pesth) a présenté, à l'Exposition d'Hygiène de Berlin, un modèle de wagon de secours dont l'excellente disposition est représentée sur la figure 2.

Ce wagon a rendu d'excellents et de fréquents services à la suite d'accidents sur les chemins de fer austro-hongrois.

En Allemagne, les principales Compagnies, principalement les Chemins de fer de l'État bavarois, utilisent, en cas d'accidents, les wagons sanitaires permanents (fig. 3 et 4) qui doivent servir, en temps de guerre, pour le transport des blessés et malades militaires, ou les wagons d'un modèle spécial qui servent, en temps de paix, au transport des voyageurs, mais peuvent se transformer rapidement en wagons sanitaires.

En Autriche, tout récemment (1900), la Société des Sauveteurs Volontaires de Vienne, sur l'initiative du docteur Charas, a mis à la disposition des Chemins de fer de l'État autrichien, un wagon sanitaire (dit wagon sanitaire de l'Ordre des Chevaliers de Malte), dont les figures 5 et 6 représentent la disposition et l'aménagement. Ce wagon, qui est une voiture de chemin de fer transformée en wagon-ambulance, et qui contient tous les objets de pansement et le matériel pour les opérations urgentes, ainsi qu'un certain nombre de lits, est toujours maintenu en état dans la gare « Hauptzollamt », avec son personnel médical, et peut être dirigé, avec le train de secours ordinaire, sur le lieu de l'accident, dès réception de la réquisition.

Ce wagon bien suspendu, convenablement ventilé, chauffé et éclairé, est pourvu d'un couloir central et de plates-formes aux extrémités. Une caisse à bagages est placée au centre du wagon. Le plancher est recouvert de linoleum. Les parois sont peintes avec un enduit blanc qui peut se laver facilement.

Les brancards, construits d'après les modèles des civières des voitures d'ambulance de la Société viennoise de Secours volontaires, sont au nombre de huit.

Le matériel sanitaire est placé, en grande partie, sur le côté long, à l'endroit où se trouve le petit tréteau à civière pour deux couchettes seulement. Un grand coffret est placé sur une étagère haute de 60 centimètres et contient à profusion des instruments, des médicaments, des objets de pansement ; au-dessous de l'étagère sont placés des appareils à lavage, des verres, etc., et, à côté, des attelles de toutes sortes, de la ouate, etc.

Deux tables de pansement ont un double tiroir en nickel dans lequel se trouvent, en réserve, les instruments et les objets de

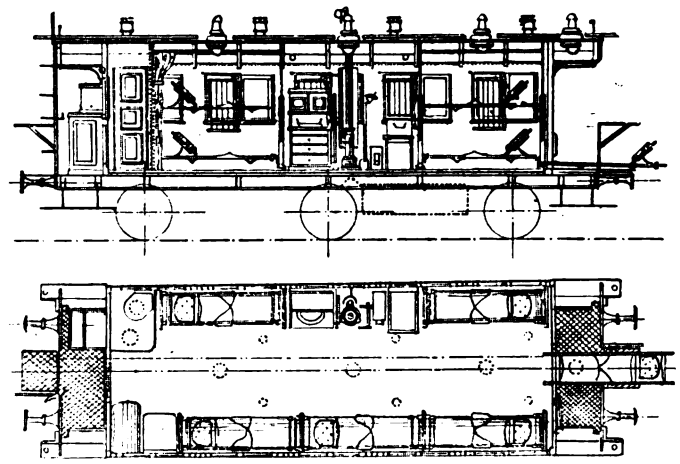


FIG. 3 et 4. — Wagon de l'État bavarois pour le transport des blessés.

pansement qui peuvent être utiles pour les pansements pendant la marche du train. Ces deux tables, de même hauteur, sont disposées de telle sorte que, placées à une certaine distance, elles peuvent supporter une civière et servir aussi à improviser une excellente table d'opération.

Dans la caisse à bagages se trouvent des instruments émaillés pour l'eau à boire, pour les liquides à désinfection, des cordes, etc. Le chargement et le déchargement se font suivant les règles ordinaires.

Les prescriptions suivantes ont été données pour la réquisition de ce wagon :

Le wagon est remisé dans la gare « Hauptzollamt » et fait partie intégrante du train de secours de cette gare. Le chef de service de garde peut en disposer selon les règles générales et d'accord avec la

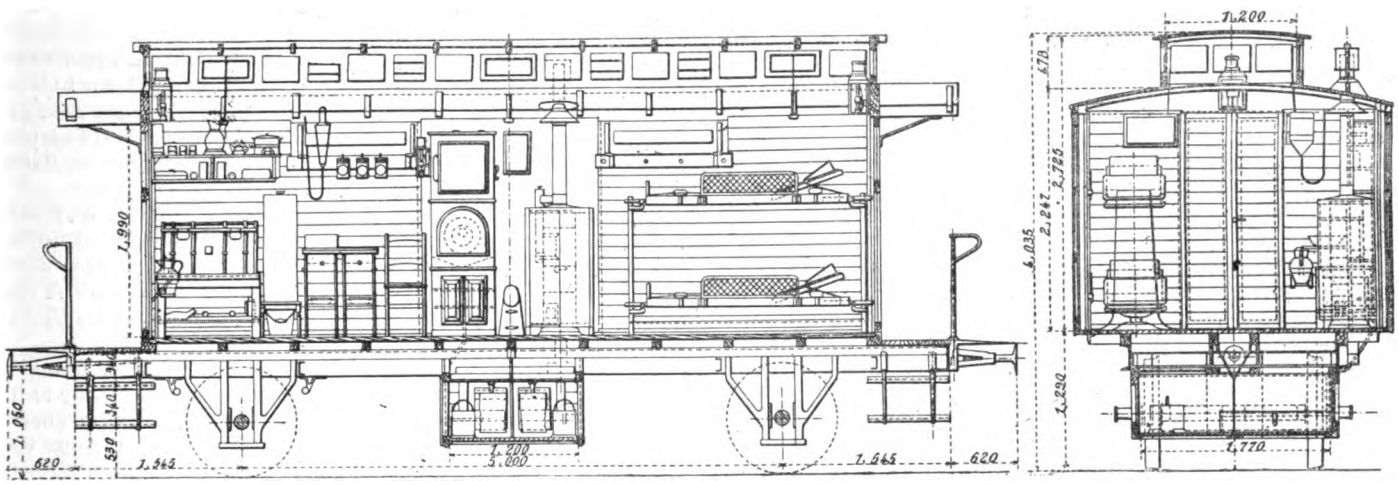


FIG. 5 et 6. — Wagon sanitaire des chemins de fer de l'État autrichien.

Société viennoise de Secours volontaires. (Décret du Ministère K. k. des chemins de fer, z. 57080, 1899 et 1900.)

Une clef du wagon est déposée à la station centrale sanitaire ; une autre clef est à la disposition du chef de la gare « Hauptzollamt ».

En cas d'accident de chemin de fer, la gare « Hauptzollamt » fait appel par téléphone à la Société viennoise de Secours.

Si cette Société est prévenue la première, elle notifie, par téléphone, l'accident au chef de gare.

L'entretien de l'aménagement sanitaire du wagon d'ambulance est à la charge de la Société viennoise de Secours volontaires. Les inventaires et les examens périodiques sont faits par les soins du haut personnel de la gare.

La Compagnie autrichienne K. k. Kaiser Ferdinands-Nordbahn a fait construire, dans ses chantiers, en 1894 et 1896, six wagons-ambulances qui sont placés en réserve sur divers points de son réseau.

Digitized by Google

Ces wagons d'ambulance, nouvellement construits, diffèrent peu de ceux de l'Ordre des Chevaliers de Malte, qui doivent être considérés comme des modèles irréprochables.

Ils ont tous le même aménagement intérieur. Il sont pourvus d'essieux flexibles et de ressorts de 2 mètres de longueur environ. Sur les parois latérales et aux deux extrémités se trouvent des portes à double battant qui s'ouvrent en dehors. Trois larges fenêtres, pourvues de rideaux, ont été ménagées en divers points des parois latérales.

Signalons l'excellente disposition des plates-formes, des cabinets d'aisances, du poêle pour le chauffage, des lanternes, du lavabo, du signal électrique de détresse (système Royl), etc.

Cinq chevalets en bois (trois d'un côté, deux de l'autre), le long des parois latérales du wagon, bien fixés, supportent chacun deux brancards superposés, convenablement garnis. Chaque voiture peut donc recevoir dix brancards avec leurs accessoires.

Les médecins de la Compagnie, placés en très grand nombre sur divers points du réseau (chaque médecin a une circonscription d'une étendue de 20 kilom. en moyenne), doivent, en cas d'accident, prendre la direction des secours et surveiller le placement et le transport des blessés dans les wagons-ambulances.

II. — *Wagons ordinaires de secours pourvus d'un matériel sanitaire.* — La plupart des wagons ordinaires de secours des Compagnies étrangères de chemins de fer sont pourvus d'un matériel sanitaire.

Nous nous contenterons de signaler le règlement relatif à l'organisation du service de secours aux blessés de l'Administration des Chemins de fer de l'État belge, qui contient d'intéressants renseignements sur cette question.

Un coffre, placé au-dessous du plancher des wagons de secours, contient des récipients à eau potable, une boite d'attelles « Guillery », un réchaud approvisionné de pétrole et muni de sa mèche, une boite de secours ordinaires et un brancard pour le transport des blessés.

Les attelles modelées du docteur Guillery sont destinées à immobiliser les fractures des membres.

Dès 1890, la Compagnie autrichienne K. k. Kaiser Ferdinands-Nordbahn prescrivait de placer dans ses nombreux wagons de secours, secours dits techniques, divers objets de pansement et de transport (brancards, matelas, couvertures, caisse de secours contenant, en grand nombre, des objets de pansement et des instruments de chirurgie).

Depuis 1892, un certain nombre de gares possèdent deux wagons qui sont absolument réservés pour les secours médicaux, et qui ne contiennent que des objets de pansement, des instruments de chirurgie et des brancards.

De l'enquête à laquelle nous nous sommes livré, il résulte que la plupart des wagons de secours de nos Compagnies françaises de chemins de fer ne contiennent aucun matériel pour le transport et le pansement des blessés en cas d'accident :

Compagnie de l'Est. — Les wagons de secours ne contiennent pas de brancards, mais les wagons de secours affectés aux grands dépôts possèdent un matelas de crin. Tous les wagons de secours sont munis d'une boite renfermant les médicaments et objets de pansement les plus nécessaires pour donner les premiers soins aux blessés.

Compagnie du Midi. — Les wagons de secours contiennent seulement un brancard pour le transport des blessés.

Compagnie d'Orléans. — Les wagons de secours ne contiennent ni brancards, ni autres objets destinés à secourir les blessés.

Compagnie de l'Ouest. — Les wagons de secours ne contiennent ni brancards, ni autres objets destinés à secourir les blessés.

Compagnie du Nord. — Les wagons de secours ne contiennent pas de brancards ou d'autres objets destinés à secourir les blessés. Chaque dépôt va prochainement posséder une petite boite de secours contenant, en assez grande quantité, des objets de pansement, qui sera placée dans le wagon de secours, quand ce véhicule sera envoyé sur le lieu d'un accident ou d'un déraillement.

Réseau de l'État. — Les wagons de secours du réseau de l'État ne contiennent ni brancards, ni objets de pansement.

Compagnie P.-L.-M. — Les wagons de secours de la Compagnie P.-L.-M. contiennent un important matériel de transport et de pansement. Des brancards pliants sont déposés dans ces wagons. On ne saurait trop louer l'initiative qu'a prise cette Compagnie dans cette question sanitaire.

Quelle est la valeur des systèmes destinés aux prompts secours, que nous venons d'exposer? Quelles mesures convient-il de prendre?

Disons d'abord qu'il nous paraît absolument indispensable de pourvoir tous nos wagons ordinaires de secours, de brancards et d'un matériel sanitaire. Ces wagons, qui se rendent immédiatement, sur réquisition, sur le lieu de l'accident, apporteront des brancards en supplément, des objets de pansement et des médicaments toujours très utiles.

Nous proposons de disposer nos wagons de secours du réseau de l'État suivant les dispositions des figures 7 et 8.

Cette disposition, que nous avons étudiée avec M. Boëll, Ingénieur en chef du matériel et de la traction, permettrait de suspendre à la toiture de ces véhicules deux brancards pliants et d'obtenir deux placards, destinés à renfermer des médicaments et des objets de pansement.

Nous proposons de placer dans ces placards :

1° Une boite de secours de gare ;
2° Des paquets de pansements individuels ;
3° Quarante paquets de ouate comprimée et stérilisée de 0ᵏᵍ 120 ;
4° Cent bandes assorties ;
5° Des attelles assorties, à rallonges ;
6° Six appareils de Scultet pour jambes ;
7° Six appareils de Scultet pour cuisses ;
8° Vingt-cinq coussins en balle d'avoine (dix grands et quinze petits) ;
9° Deux appareils de lavage des plaies, d'après notre modèle ;
10° Deux bassins émaillés ;
11° Deux plateaux avec poignées ;
12° Trois tubes de sérum artificiel et appareil pour injection de ce sérum ;
13° Trois bidons de 2 litres contenant de l'eau bouillie ;
14° Trois lanternes Scultet, d'après notre modèle des boîtes de secours.

Dans la grande majorité des cas, les wagons ordinaires de secours sont insuffisants. Ils ne peuvent apporter que quelques brancards et un matériel de pansement, certainement utile, mais insuffisant. Ils ne

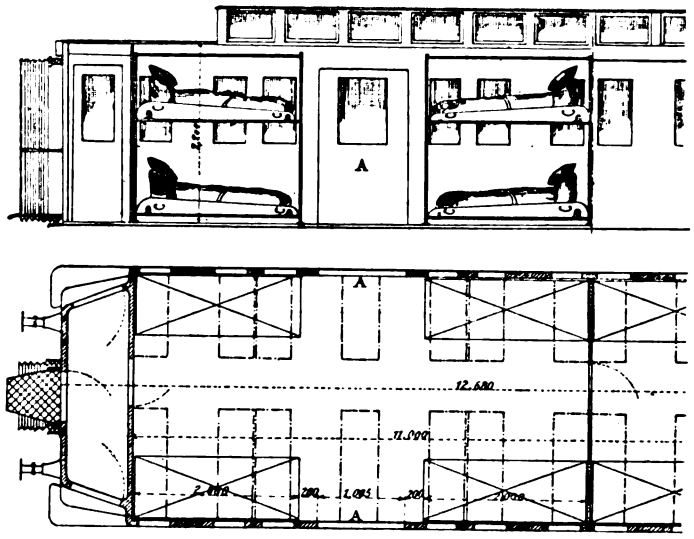


FIG. 7 et 8. — Wagon pour le transport des blessés des Chemins de fer de l'État.

donnent aucun matériel pour le transport des blessés à de grandes distances.

Il serait, croyons-nous, très utile de pouvoir joindre, dans le cas d'accident grave, aux wagons ordinaires de secours, un ou deux wagons-ambulances analogues aux modèles que nous avons décrits plus haut.

Ces wagons serviraient pour le pansement et le transport des blessés, d'une façon très confortable. Ils rendraient dans quelques cas d'importants services.

La principale objection à l'adoption de ce système de wagons-ambulances, spéciaux pour prompts secours, est le prix relativement élevé de la transformation des wagons, qui doivent être placés en assez grand nombre sur divers points du réseau. La transformation et l'adaptation de chaque wagon-ambulance de l'Ordre des Chevaliers de Malte ne coûte cependant que 4 000 francs.

S'il n'était pas possible d'obtenir la transformation d'un certain nombre de nos wagons en wagons-ambulances, on pourrait utiliser le modèle de voitures à voyageurs du réseau de l'État que, dans un rapport récent (1), nous proposons à l'Administration de la Guerre pour la constitution de trains permanents destinés au transport des blessés et malades militaires en cas de guerre.

Si notre projet était adopté par M. le Ministre de la Guerre, nos voitures (fig. 7 et 8) seraient utilisées en temps ordinaire pour le transport des voyageurs, et pourraient se transformer, en cas de guerre ou d'*accident*, en voitures pour le transport des blessés. Chaque voiture pourrait contenir quatorze lits-brancards. Elles seraient, d'après notre projet, assez nombreuses, et par conséquent disséminées en divers points du réseau, prêtes à être transformées et à servir comme wagons-ambulances dans le cas d'accident grave de chemin de fer.

Comme conclusion, nous demandons que tous nos wagons ordinaires de secours contiennent des brancards, des médicaments et un matériel d'immobilisation et de pansement.

Nous jugeons aussi qu'il est indispensable que les Compagnies de chemins de fer aient à leur disposition, dans le cas d'accident, un certain nombre de wagons-ambulances, qui seuls permettent de panser et de transporter au loin les blessés dans des conditions d'hygiène irréprochables.

Cette création nous semble, d'après notre projet, pouvoir être très utile et obtenue sans dépenses exagérées.

P. REDARD,
Médecin en chef
des Chemins de fer de l'État.

(1) P. REDARD : Deuxième Rapport sur le *Transport par Chemins de fer des blessés et malades militaires*, 1901.

Digitized by Google

JURISPRUDENCE

LE TRAITEMENT DES ACCIDENTS DU TRAVAIL.

La loi du 9 avril 1898 *concernant les responsabilités des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail* ne met pas seulement à la charge du patron les rentes et indemnités destinées à compenser l'incapacité de travail dont la victime est atteinte; elle lui impose aussi le paiement des frais médicaux et pharmaceutiques (art. 4).

Il est vrai que ces frais n'incombent au chef d'entreprise que jusqu'à concurrence de la somme fixée par le juge de paix du canton, conformément aux tarifs adoptés dans chaque département pour l'assistance médicale gratuite, et qu'on ne saurait obliger la victime à suivre des traitements plus dispendieux et qu'il lui serait impossible de payer, à moins que le patron n'offre de payer les frais supplémentaires.

Dans cette mesure, la victime d'un accident du travail doit se donner et se laisser donner tous les soins que son état comporte, lorsqu'il ne s'agit pas d'opérations plus ou moins aléatoires et capables de mettre sa vie en danger.

Ainsi, il a été jugé que si l'ouvrier victime d'un accident du travail a l'obligation légale de se laisser soigner, il ne saurait être contraint de subir une opération qui pourrait être dangereuse (Trib. civ. Vannes, 9 août 1900) (1).

Mais lorsque, en dehors de ce cas exceptionnel, la victime s'est refusée à suivre le traitement prescrit par le médecin, et que ce refus a eu pour conséquence l'aggravation de l'état du blessé, il y a lieu de réduire le montant de la rente à laquelle celui-ci aurait droit aux termes de la loi du 9 avril 1898 (Trib. civ. Draguignan, 18 juin 1901) (2).

La réduction dont il s'agit n'est pas basée sur l'idée de faute inexcusable, laquelle ne peut être que concomitante à l'accident, mais sur ce que le patron n'est tenu que des conséquences directes et immédiates de cet accident.

C'est en ce sens que le Tribunal civil de Narbonne a jugé que, si l'ouvrier a négligé de suivre un traitement approprié, malgré les prescriptions du médecin, il n'y a lieu de lui accorder que la partie de la rente correspondant à la diminution de salaire provenant directement de l'accident (Trib. civ. Narbonne, 17 juillet 1900) (3).

Jugé aussi que lorsque la victime a aggravé son état en versant du phénol pur sur sa blessure, le patron ne doit pas supporter les conséquences de cette aggravation. Par suite, il y a lieu de réduire la pension à allouer à la victime dans la proportion où l'imprudence de celle-ci a augmenté son incapacité de travail (Trib. civ. Marseille, 19 février 1901) (4).

Plus récemment, à la date du 20 mars 1902, le Tribunal civil de Lille a également jugé que si l'on ne doit pas contraindre un ouvrier à subir une opération dangereuse, le patron qui offre, à ses frais, à son ouvrier blessé, un traitement ne présentant aucun danger et recommandé par des médecins compétents, ne saurait être pécuniairement victime du refus de l'ouvrier, lorsqu'il en résulte pour ce dernier une infirmité plus grande : en conséquence, il doit être tenu compte de ce refus dans la fixation du chiffre de la rente viagère.

Voici les termes de ce jugement :

Le Tribunal;

Attendu que Célestin D..., âgé de quarante ans, menuisier au service de F... D..., fabricant de fils à Lille, a été, le 4 août 1900, au cours de son travail, victime d'un accident qui a eu pour conséquences de la raideur et de l'hésitation dans la marche, l'atrophie musculaire de la jambe et la diminution de longueur de ce membre de 0m 015, d'où incapacité permanente et partielle de travail;

Attendu que, si la diminution de la faculté de travail de l'ouvrier est assez considérable, le patron ne saurait en être tenu complètement; qu'en effet, non seulement le blessé a refusé de laisser diriger le traitement par les docteurs Dubar et Bédar, professeurs à la Faculté de médecine, mais qu'à la suite du dernier examen du docteur Dubar, qui prédisait la disparition des douleurs et de l'atrophie musculaire de la jambe au moyen d'un traitement approprié, il a refusé de se rendre à l'Institut mécanothérapique de Paris et d'en suivre le traitement aux frais du défendeur et avec le paiement de ses demi-salaires; que, sans doute, on ne saurait contraindre un ouvrier à subir une opération offrant un danger, dût le résultat en être vraisemblablement favorable; mais que le patron qui offre à ses frais et avec paiement des demi-salaires à son ouvrier blessé un traitement n'offrant aucun danger, recommandé par des docteurs en médecine réellement compétents, ne saurait être pécuniairement victime du refus d'un ouvrier, qui, contre son intérêt, préfère conserver une infirmité plus grande afin de toucher une indemnité plus forte; que, dans l'espèce, la diminution de la valeur productive à charge du patron peut être évaluée à 40 °/o du salaire; que, ce salaire étant de 1 256 fr. 80, la rente à laquelle l'ouvrier à droit est de 252 francs;

Par ces motifs;

Condamne F... D..., à payer à Célestin D... une rente viagère annuelle de 252 francs, payable par trimestre et à terme échu à partir de ce jour; le condamne, en outre, aux dépens (5).

(1) *Recueil de la Gazette des Tribunaux*, 1900, 2e sem., 2. 450.
(2) *Nord Judiciaire*, 1902, p. 287.
(3) *Recueil de la Gazette des Tribunaux*, 1900, 2e sem., 2. 453.
(4) *Recueil des Accidents du travail*, 1901, p. 33.
(5) *Le Droit*, journal des tribunaux, numéro du 21 novembre 1902; *Recueil de la Gazette des Tribunaux*, 1902, 2e sem., 2. 489.

Quelquefois même, la jurisprudence est allée jusqu'à exonérer le patron de toute obligation, lorsque les circonstances ont paru telles que l'accident n'aurait pas eu d'autres suites, si la victime avait pris les soins nécessaires.

Cette solution est intervenue, notamment, dans le cas d'un sieur L..., maçon, qui avait été légèrement blessé à l'ongle du pouce droit; il continua à travailler, au lieu de se soigner et de prendre les mesures de propreté et d'antiseptie voulues; quinze jours après, il mourut du tétanos.

Sur une demande de rente viagère formée par sa veuve, le Tribunal civil de La Flèche a rendu, à la date du 27 février 1902, le jugement qui suit :

Le Tribunal,

Attendu que la dame veuve L... réclame à R... paiement d'une rente annuelle et viagère de 194 fr. 40, par application de l'article 5 § A de la loi du 9 avril 1898, à raison de l'accident survenu à son mari le 18 octobre dernier et qui aurait entraîné sa mort;

Attendu que si la responsabilité de R... a pu s'étendre aux conséquences directes et immédiates d'un accident peu grave en lui-même, elle ne saurait être étendue aux conséquences de l'imprudence inexcusable de la victime, imprudence postérieure à l'accident et commise en dehors de tout contrat de travail;

Attendu qu'il résulte en effet des faits et documents de la cause, et notamment de l'enquête édifiée par M. le juge de paix du canton de La Flèche, enregistrée, que L... n'a rien fait pour mettre son patron au courant de l'accident dont il avait été victime; qu'il n'a pris aucune des précautions de traitement et de repos que nécessitait son état; d'où suit qu'en l'espèce la responsabilité du patron ne saurait être retenue;

Attendu que, mû par un sentiment d'humanité, R... a cru devoir faire offre à la demanderesse d'une somme de 100 francs à titre de secours; qu'il convient de lui décerner acte de cette offre, et de la déclarer suffisante;

Par ces motifs,

Donne acte à R... de ce qu'il fait offre à la dame veuve L... d'une somme de 100 francs à titre de secours;

Dit cette offre suffisante;

Déclare ladite dame veuve L... mal fondée dans sa demande, et la condamne aux dépens.

Et voici comment la Cour d'appel d'Angers a confirmé ce jugement par arrêt du 11 août 1902 :

La Cour,

Attendu que la mort de L... n'a pas été occasionnée par l'accident insignifiant dont il a été victime, ni même par une faute inexcusable commise dans son travail; qu'elle a, au contraire, été uniquement le résultat d'une négligence et d'une imprudence personnelles de l'ouvrier commises par lui dans des circonstances absolument indépendantes de son travail, et sans lesquelles elle ne se serait certainement pas produite; qu'elle ne saurait donc à aucun titre être considérée comme un accident du travail;

Adoptant, au surplus, les motifs qui ont déterminé les premiers juges, en tant qu'ils ne sont pas contraires à ceux qui précèdent;

Par ces motifs,

Met l'appel à néant;

Confirme le jugement rendu le 27 juin 1902 par le Tribunal de première instance de La Flèche et ordonne, en conséquence, qu'il sortira son plein et entier effet;

Déclare la dame L... mal fondée en toutes ses demandes, fins et conclusions; l'en déboute;

La condamne à l'amende et aux dépens d'appel (1).

Dans le même sens, et par arrêt du 10 décembre 1901, la Cour de Rennes a jugé que lorsqu'un ouvrier a, à deux reprises, refusé énergiquement les soins qui lui étaient recommandés, et résisté à tous les conseils, l'état dans lequel il peut se trouver est la conséquence exclusive de son incurie et de son mauvais vouloir. Dans ces conditions, le patron ne peut être tenu de réparer un dommage auquel la victime s'est sciemment et volontairement exposée (2).

Louis Rachou,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

(1) *Gazette du Palais*, numéro du 4 novembre 1902.
(2) *La Loi*, numéro du 6 janvier 1902.

VARIÉTÉS

Machine pour le rodage des robinets.

Malgré la grande précision que permet le travail mécanique moderne, on n'a pas réussi jusqu'ici à construire des robinets qui soient étanches en sortant de la machine-outil, et le rodage reste nécessaire. Ce rodage s'effectue généralement à la main : l'ouvrier prend dans une main le boisseau, dans l'autre la clef préalablement enduite de matière abrasive (émeri ou verre pulvérisé et mouillé avec de l'eau) et il imprime aux deux parties un mouvement giratoire alternatif en sens inverse, en tournant régulièrement l'une des parties de façon à renouveler les surfaces en contact.

M. W.-E. Willis décrit, dans l'*American Machinist*, une machine

Digitized by Google

qu'il a étudiée en vue de réaliser exactement les mêmes mouvements que dans le travail à la main. Cette machine rode plusieurs robinets en même temps ; et comme l'ouvrier doit intervenir de temps en temps, soit pour vérifier l'état d'avancement du rodage, soit pour ajouter de l'émeri, elle est disposée de façon qu'on puisse enlever un robinet, l'examiner et le remplacer sans déranger ni arrêter les autres.

Les figures 1 et 2 montrent la construction générale d'une machine pour quatre robinets. Le socle S, qui forme en même temps un coffre pour ranger les mandrins et les clefs, est traversé par un arbre A, dont une extrémité porte la poulie de commande P, l'autre se terminant par un plateau C pourvu d'une rainure dans laquelle vient se fixer un maneton M qui commande une bielle B, destinée à imprimer un mouvement alternatif à une série de mandrins D, dans lesquels viennent se monter les boisseaux des robinets à roder. Les axes E de ces mandrins sont connectés à une barre commune F par une série de manivelles G, de sorte qu'ils reçoivent le même déplacement angulaire (variable de 0 à 60 degrés) ; mais chaque manivelle est retenue sur son axe par simple frottement, de sorte qu'il suffit de desserrer un écrou à main pour immobiliser un des axes, sans troubler en rien le mouvement des autres.

L'arbre A porte, à l'intérieur du socle, une came H qui, par l'intermédiaire d'un galet I et d'une entretoise J, imprime un léger mouvement, dans le sens horizontal, aux leviers K, articulés en L. Cet ensemble porte en M les clefs de robinets, et le calage de la came est tel que celles-ci sortent de leurs boisseaux pendant la course de retour, la machine imitant ainsi le mouvement de l'ouvrier pendant le rodage à la main.

Enfin, les axes N, montés sur ce bâti oscillant, reçoivent un mouvement de rotation lent, par l'intermédiaire d'une corde et d'un arbre à vitesse réduite, parallèle à A. Les poulies O sont également montées à friction, ce qui permet d'arrêter les axes N. La douille Q, qui contient l'axe N, est filetée à ses extrémités, de façon à fournir un réglage longitudinal qui permet l'adaptation aux diverses dimensions de robinets. La pression est transmise à la clef par l'intermédiaire d'un ressort à boudin R. Le bouton T permet du reste de se rendre compte de la pression obtenue. Le mouvement de rotation est transmis par l'intermédiaire d'un petit toc U.

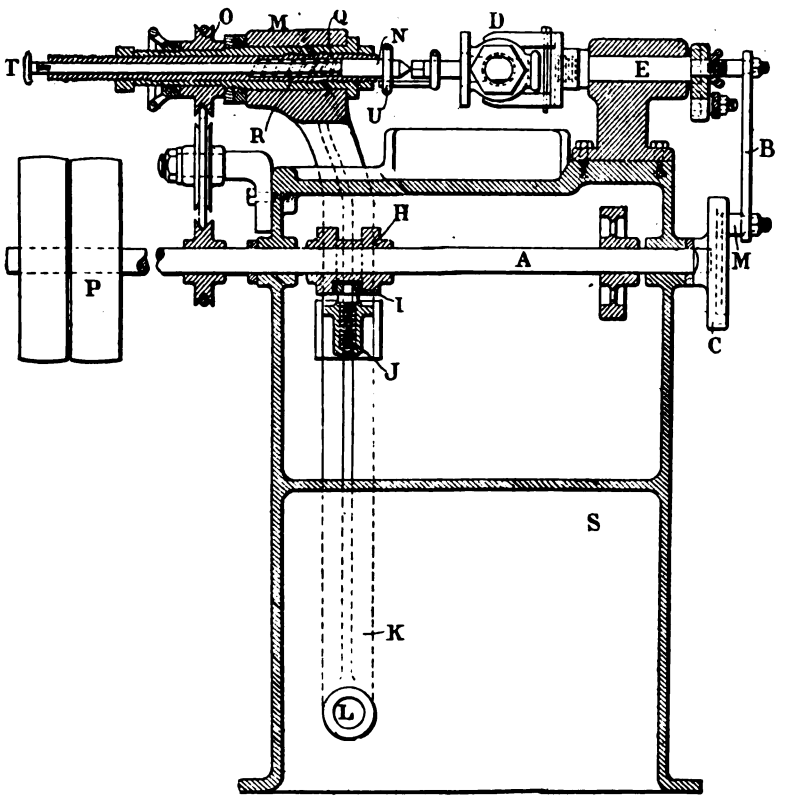


Fig. 1. — Coupe longitudinale de la machine à roder les robinets.

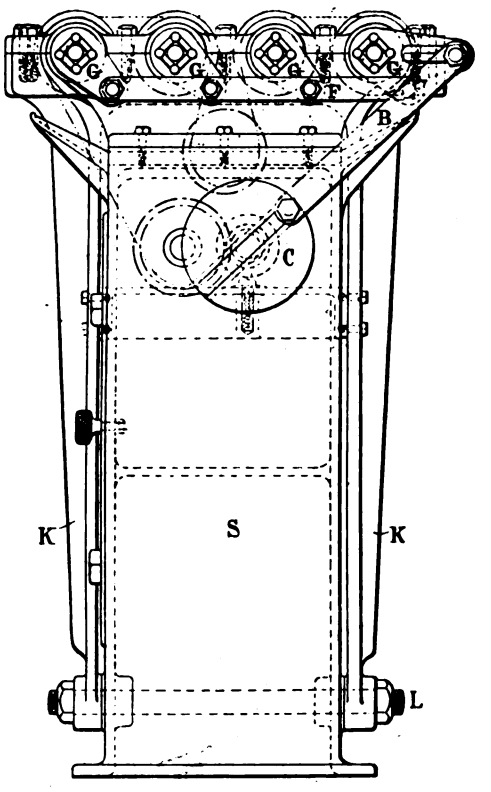
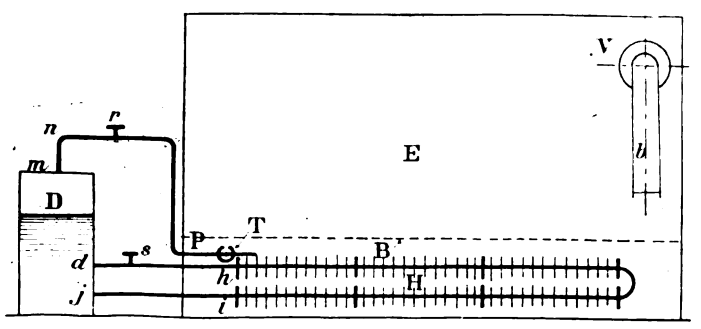


Fig. 2. — Vue en bout de la machine.

Dispositif pour le séchage des bois.

Le séchoir, système Chapelier, dont la figure ci-jointe représente la disposition d'ensemble, permet de soumettre les bois à l'action consécutive de la vapeur et de l'air chaud, indispensable pour un bon séchage.

Il comporte, tout d'abord, une chaudière ou générateur de vapeur D,



Dispositif pour le séchage des bois.

qui permet à volonté, soit de laisser échapper de la vapeur par le tube *m*, *n*, *r*, qui aboutit à un tuyau T normal au plan de la figure et percé de trous, appelé extracteur de sève, soit d'établir une circulation d'eau chaude dans une batterie H de tuyaux à ailettes. A cette chaudière est adjoint le séchoir proprement dit, qui est divisé par une cloison B en deux compartiments : un petit H, appelé chambre de chauffe, et contenant les tuyaux d'eau et de vapeur signalés ci-dessus, et un grand E, qui constitue l'étuve dans laquelle sont placés les bois à sécher.

Un ventilateur V, pourvu d'une buse *b*, n'évacue l'air échauffé au contact des tuyaux à ailettes, que lorsque cet air a abandonné au bois à sécher toute la chaleur qu'il renfermait.

La chaudière peut être à basse ou à haute pression, mais on préfère employer une chaudière à basse pression, qui ne demande presque aucune surveillance. La grille est disposée de telle sorte que les déchets, copeaux et sciure de bois, puissent servir de combustible. La chaudière est munie d'un régulateur de combustion agissant automatiquement sur la porte du cendrier et sur le tuyau de fumée. Un alimentateur automatique est aussi adapté à la chaudière afin d'y maintenir constant le niveau de l'eau, malgré la dépense de vapeur qu'entraîne le *dessévage* des bois.

Pour faire agir la vapeur, il suffit de fermer le robinet *s* et d'ouvrir le robinet *r*. Ce dernier robinet étant ouvert, la vapeur qui se forme dans la chaudière D arrive par le tuyau T, et à travers les ouvertures de la cloison, au contact des bois à sécher. Cette opération, qui constitue ce qu'on appelle le *dessévage* des bois, dure de trois à huit jours, suivant les essences et suivant les dimensions des bois. Lorsqu'elle est terminée, on ferme le robinet *r* et on ouvre le robinet *s*. Par suite de la pression exercée par la vapeur sur le plan d'eau, une partie de l'eau de la chaudière se rend, par le tube *d h*, dans la batterie de tuyaux à ailettes ; le tube de retour *i*, *j* faisant communiquer le

Digitized by Google

tuyau à ailettes le plus bas, avec la chaudière, il se produit une circulation continue d'eau dans la batterie.

Cette circulation étant réalisée, l'air extérieur aspiré par le ventilateur pénètre dans la chambre de chauffe, par une ouverture disposée à la partie inférieure, s'échauffe au contact des tuyaux à ailettes et arrive, grâce à certains évidements de la paroi B, au contact des bois à sécher. La buse verticale *b* aboutit à l'ouïe du ventilateur et débouche par sa partie inférieure à un niveau plus bas que celui des pièces de bois les moins élevées ; avec cette disposition, l'air n'est évacué qu'après avoir abandonné la presque totalité de sa chaleur au bois à sécher. On peut employer deux buses disposées symétriquement par rapport au ventilateur et débouchant, par leur partie supérieure, dans un tuyau qui les met en communication avec l'ouïe du ventilateur.

Pour que le séchage s'effectue convenablement, il faut éviter que la température dépasse 35 degrés.

Un séchoir de ce type a été installé chez MM. Cardinet et Cie, à Paris. La chaudière, fonctionnant à une pression de 0kg 15, est combinée avec un séchoir en briques. L'étuve permet de sécher, à la fois, environ 8 mètres cubes de bois ; ses dimensions approximatives sont 2 mètres de longueur, 2m 50 de largeur et 2m 50 de hauteur. Le ventilateur, actionné électriquement, n'absorbe que $^1/_{12}$ de cheval-vapeur.

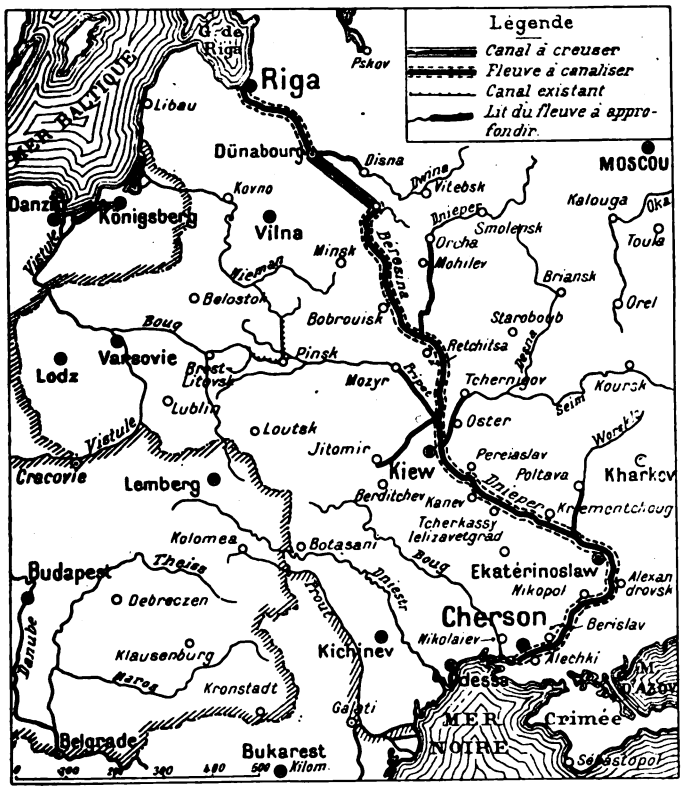
P. R.

Le projet du canal de la Baltique à la mer Noire.

Depuis longtemps le Gouvernement russe projette de réunir la Baltique à la mer Noire par une voie navigable qui permette le passage des navires de fort tonnage et des vaisseaux de guerre.

Deux solutions ont été proposées dans ce but : approfondir et prolonger le système du canal de la Bérésina, ou construire un système entièrement nouveau.

Outre la diminution du prix de transport des marchandises, ce canal aurait une importance considérable en temps de guerre ; les



Tracé du canal de la Baltique à la mer Noire.

cuirassés russes pourraient, en effet, se rendre en six jours de la Baltique dans la mer Noire.

D'après la *Uhland's Verkehrszeitung*, les plans du canal ont été déposés depuis déjà quelque temps au Ministère des Voies et Communications. Ce canal traverse les parties les plus prospères de l'Empire russe, et les produits de ces provinces : blé, bois, sel, fer, emprunteront naturellement cette voie nouvelle.

Le canal aura, au nord, son embouchure à Riga, et, au sud, à Cherson, à l'ouest de la Crimée. Le canal empruntera le cours préalablement régularisé des fleuves suivants : la Dwina pendant 200 kilom. jusqu'à Dünabourg ; puis un canal en ligne droite de 160 kilom. jusqu'à la Bérésina, qu'il atteindra à Lepel ; la Bérésina canalisée jusqu'à son embouchure dans le Dniéper, et enfin le Dniéper jusqu'à la mer Noire.

Ce tracé a l'avantage de traverser un certain nombre de villes importantes : Riga, Dünabourg, Kiew, Ekatérinoslaw, et Cherson, et de communiquer par les affluents de la Dwina et du Dniéper avec d'autres localités très peuplées. Ces affluents seront eux-mêmes régularisés et approfondis.

Sept ponts de chemin de fer doivent traverser cette voie d'eau ; vingt-deux autres ponts assureront la communication entre les deux rives.

La longueur totale du canal projeté atteindra 1 607 kilom. ; sa profondeur moyenne sera de 8m 50.

Un syndicat américain aurait, dit-on, offert de mener à bien en cinq ans cette entreprise, moyennant un forfait de 800 millions de francs.

Les Salons des Beaux-Arts au Grand Palais des Champs-Élysées.

Société des Artistes Français. — *Peinture.* — La médaille d'honneur de la peinture a été attribuée, cette année, à M. G. Ferrier, qui expose une allégorie religieuse *(Douleur !)* et un portrait du général André.

Au premier tour de scrutin, le plus grand nombre des suffrages exprimés étaient allés à M. Henri Martin, dont les grands panneaux décoratifs, destinés au Capitole de Toulouse, sont remarquables de lumière et de composition.

Le Jury de Peinture n'a pas décerné de médaille de 1re classe. Nous ne nous attarderons pas à détailler les autres récompenses, et nous nous contenterons de signaler quelques toiles parmi celles que nous avons plus spécialement notées dans les différentes salles.

M. J.-P. Laurens expose un superbe triptyque *(Jeanne d'Arc)*, commandé par l'État pour l'Hôtel de Ville de Tours.

M. J. Bail, titulaire de la médaille d'honneur l'année dernière, a envoyé une très belle composition *(le Bénédicité des Hospitalières de Beaune)*, aux tonalités toujours douces et discrètes. Les vigoureuses études de M. Sorolla y Bastida se font, au contraire, remarquer par leur grande richesse de lumière et de couleur.

Nous citerons encore : les délicates compositions de M. Olivier Merson et de M. Maxence ; les envois de MM. Gérôme, Henner, Maignan, Cormon, Avy et de Mlle Dufau ; les portraits de MM. Bonnat, Hébert, Morot, Humbert, F. Lauth, Lorimer, Roybet, Palmer, Miller et Denéchaud ; les paysages de MM. Harpignies, P. Vauthier, de Burggraff, Gagliardini, G. Fournier, Nozal et Rémond.

Sculpture. — La médaille d'honneur a été attribuée à M. Hannaux, pour son beau groupe en marbre *le Poète et la Sirène*.

Des médailles de 1re classe ont été décernées par le Jury à MM. Perrin *(Pieta)*, d'Houdain *(la Pensée* et *la Jeune Fille)*, Laurent *(Héro et Léandre)* et Gréber *(la Mort du chef)*.

Parmi les autres envois, nous signalerons : de M. Puech, la remarquable statue en marbre de *Jules Simon*, qui doit être érigée à Paris sur la place de la Madeleine, et une statue, en marbre polychrome, du *R.-P. Didon* ; de M. Rivière-Théodore, un groupe en marbre *(les Deux Douleurs)*, d'un très beau sentiment ; de M. Mercié, le monument du prince Henri d'Orléans, destiné à la chapelle de Dreux ; de M. Frémiet, une statue équestre en bronze, qui doit être érigée à Baltimore ; de M. Chailloux, un monument de Pasteur pour Marnes ; de M. Bernstamm, les bustes de Fr. Coppée et de Detaille ; de M. Gardet et de M. Mérite, des groupes d'animaux.

Architecture et Gravure. — Dans la section d'architecture, la médaille d'honneur a été décernée à M. Chaussemiche, auteur d'un projet très remarqué de *Restauration de l'acropole d'Anxur*, et des médailles de 1re classe à MM. Nodet *(le Palais des Papes à Avignon)* et Munier *(Mosquée)*.

Dans la section de gravure, la médaille d'honneur a été attribuée à M. Brunet-Debaines (eau-forte), et des médailles de 1re classe à MM. Vyboud (burin) et Chiquet (id.).

Société Nationale des Beaux-Arts. — Si cette Société ne distribue pas de récompenses, il ne s'ensuit pas que la moyenne des toiles exposées y soit moins bonne qu'à l'autre Salon. Il nous suffira, pour en témoigner, de citer les superbes portraits de M. Besnard et de M. Sargent, ainsi que ceux de MM. Dagnan-Bouveret, Carolus Duran, Edelfelt, J. Blanche, L. Simon, Thévenot et Lavery ; les envois de MM. Cottet, Raffaëlli, Zuolaga, Dinet, Weerts, Jeanniot et H. de Beaumont ; les fantaisies spirituelles et pleines d'ironie de M. Veber ; les paysages de MM. Lebourg, Thaulow et Montenard ; les fleurs de Mlle Breslau et les remarquables intérieurs de MM. Lobre et W. Gay.

Dans la sculpture, toujours peu fournie, nous nous bornerons à signaler un buste en marbre de M. de Saint-Marceaux, et les envois de MM. Bartholomé, Meunier et Injalbert.

Rappelons, en terminant, que les deux Salons resteront ouverts jusqu'au 30 juin.

T.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 15 mai 1903.

Présidence de M. H. Couriot, Vice-Président.

I. — M. D.-A. Casalonga présente à la Société un compte rendu sommaire du Congrès de l'Association française pour la protection de la propriété industrielle, tenu à Saint-Étienne les 11 et 22 avril 1903.

Les efforts du Congrès se sont concentrés sur l'étude du projet de réforme de la législation française, concernant les dessins et modèles de fabrique, ainsi que les taxes relatives aux brevets.

M. Casalonga expose le texte d'une Note, remise au Congrès, sur la *Contrefaçon, par surmoulage, des modèles mécaniques.*

II. — M. G. Lesourd présente une communication sur un *Nouveau frein électromagnétique applicable aux tramways.*

Il rappelle l'importance des freins, surtout à Paris, depuis l'emploi de la traction mécanique, et l'emploi général des freins à air comprimé automatiques. Ces freins produisent sur les voitures des efforts nuisibles, et sur les roues des bloquages qui détériorent les bandages, en retardant l'arrêt.

M. Lesourd leur oppose le frein électromagnétique Westinghouse, déjà décrit dans le *Génie Civil* (1), qui répond automatiquement, pendant toute la durée de l'arrêt, aux meilleures conditions de freinage.

Ce frein est composé d'un électro suspendu au-dessus du rail par deux ressorts fixés au truck, et recevant le courant des moteurs marchant en génératrices. Cet électro, attiré par le rail, agit sur une timonerie qui porte des sabots de frein agissant sur les roues. Le poids adhérent de la voiture se trouve augmenté au moment du freinage, par l'adhérence de l'électro au rail.

L'auteur cite les conditions techniques d'installation et les résultats obtenus sur une voiture des tramways du Havre.

III. — M. de Marchena expose les *Applications de l'électricité à la distribution de la force motrice dans les usines et ateliers.*

Il résume ainsi les avantages de l'électricité pour ce genre de transmissions :

Facilité de concentrer, dans une station centrale, située à l'emplacement le plus favorable, la puissance nécessaire aux machines disséminées dans toute l'usine ;

Facilité d'agencer les ateliers et les machines de chaque atelier de la manière la plus pratique ;

Facilités d'extensions sans modification des ateliers actuels ;

Réunion du service de l'éclairage avec celui de la transmission d'énergie ;

Suppression des grandes transmissions avec courroies, qui permet de donner et de conserver à chaque machine la vitesse la plus avantageuse ;

Sécurité et confort du personnel ;

Amélioration du rendement global.

M. de Marchena étudie à quel degré de division il est préférable de pousser la distribution électrique. La tendance actuelle est très marquée vers la commande par moteurs individuels. La commande par moteurs de groupe est indiquée pour le cas d'un grand nombre de petites machines travaillant simultanément. Il discute les avantages respectifs du courant continu, notamment sous 250 volts avec trois fils, et du courant alternatif, actuellement en faveur.

M. Saint-Martin insiste sur les avantages économiques de la transmission électrique et indique les raisons qui, selon lui, ont retardé le développement de son emploi en France.

A. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 14, p. 225.

Académie des Sciences.

Seance du 25 mai 1903.

Électricité. — *Sur les ondes hertziennes en télégraphie sans fil.* Note de M. G. Ferrié, présentée par M. A. Potier.

Lorsque des oscillations sont produites dans une antenne simple, en employant le montage *à étincelle directe*, on a reconnu depuis longtemps que l'antenne vibrait en quart d'onde. Mais la longueur d'onde du mouvement vibratoire produit dépend des éléments électriques des conducteurs suivant lesquels se propage ce mouvement.

Pour mesurer la longueur d'onde des oscillations produites dans une antenne de forme et de hauteur quelconques, il suffit de relier à l'antenne, en un point compris entre l'oscillateur et la terre, une des extrémités du fil horizontal, l'autre extrémité de celui-ci étant parfaitement isolée. On intercale, en outre, un ampèremètre thermique dans ce fil, au voisinage de la connexion avec l'antenne. Ce fil prend part au mouvement vibratoire, et les oscillations qui s'y développent sont maxima lorsque l'antenne et le fil sont à l'unisson : en allongeant progressivement celui-ci, on voit croître graduellement le débit marqué par l'instrument de mesure, avec un maximum très net pour une longueur bien déterminée, puis décroître jusqu'à une valeur voisine de 0, puis augmenter de nouveau, et ainsi de suite. Les maxima et minima sont régulièrement espacés, et la différence des longueurs correspondant à deux concaménations successives représente un quart de longueur d'onde. Le plus grand des maxima est le premier, c'est-à-dire celui qui est obtenu avec une longueur de fil, comptée à partir de la prise de terre, égale à un quart d'onde. M. Ferrié cite des longueurs d'onde mesurées dans ses expériences sur diverses antennes.

La longueur d'onde et la capacité augmentent avec la longueur de l'antenne, le nombre et l'écartement des fils dont elle est formée. La self reste à peu près constante, pour une longueur donnée d'antenne, quelle que soit sa forme. La différence constatée entre la longueur d'onde mesurée pour une antenne à un seul fil, et la longueur de ce fil, provient de la différence de capacité entre l'antenne et le fil horizontal.

Lorsqu'on excite une antenne au moyen d'un transformateur Tesla, genre d'Arsonval par exemple, on remarque que la longueur d'onde du mouvement vibratoire communiqué à l'antenne est constante, quel que soit le nombre des spires du secondaire du Tesla. Cette période est évidemment celle du circuit excitateur. Mais les oscillations de l'antenne ont un maximum d'énergie lorsque les spires du secondaire sont en nombre tel que l'ensemble de l'antenne et des spires représente un quart d'onde du mouvement vibratoire excitateur.

Optique. — *Sur la polarisation de la lumière diffusée par réfraction.* Note de M. A. Lafay, présentée par M. H. Becquerel.

Lorsqu'un rayon tombe normalement sur l'une des faces d'un prisme dont l'autre face est dépolie, on observe de la lumière qui émerge dans toutes les directions, soit après réflexion totale, soit après réfraction. On peut dire, dans ce dernier cas, qu'il y a *diffusion par réfraction*, et étudier, en opérant avec des prismes différents, la réfraction diffuse sous diverses incidences, tandis que l'on fait varier, de la même manière que pour la réflexion, les autres conditions (polissage, indice, etc.) qui influent sur le phénomène.

M. Lafay décrit ces phénomènes au moyen du mode représentatif adopté par lui pour l'étude de la lumière *diffusée par réflexion* (1), consistant à imaginer une sphère de rayon très grand, ayant son centre confondu avec l'élément sur lequel s'effectue la réfraction, et liée invariablement à ce dernier. Chaque point de la sphère correspond ainsi à une direction de diffusion et l'on peut supposer qu'on y a dessiné les éléments (ellipse en général) qui caractérisent l'état de polarisation du rayon correspondant.

A chaque série d'expériences correspondra une carte de l'hémisphère de réfraction, résumant les faits observés.

L'auteur indique les caractéristiques des diagrammes ainsi obtenus, qui sont analogues à ceux de la réflexion diffuse; il fait ressortir les différences qui se présentent cependant dans plusieurs cas, notamtamment en ce qui concerne les *courbes focales.*

Physique. — I. — *Conductibilité thermique du bismuth cristallisé.* Note de M. F.-Louis Perrot, présentée par M. Mascart.

Il est intéressant de connaître comment la chaleur se propage dans le bismuth cristallisé, à cause des propriétés thermo-électriques et thermo-magnétiques que ce corps manifeste à un degré d'intensité tout spécial.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXV, n° 12, p. 192. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

On doit à Matteucci quelques mesures de conductibilités linéaires faites sur des barreaux de bismuth taillés parallèlement et perpendiculairement à l'axe cristallographique, mais les résultats en sont peu concordants. Dernièrement, M. Lownds a déterminé, par la méthode de Senarmont, le rapport des axes des ellipses isothermes fournies par le seul cristal de bismuth qu'il possédait. Il a donné pour ce rapport la valeur 1,19. Le carré de ce rapport est le *rapport des conductibilités thermiques principales.*

M. Perrot, ayant employé un dispositif analogue à celui de M. Lownds, publie les résultats des expériences faites par lui sur plusieurs parallélipipèdes de bismuth, de structure cristalline très régulière.

La moyenne des rapports des conductibilités thermiques est de 1,34 ; M. Lownds avait donné 1,42.

La conductibilité est la plus forte perpendiculairement à l'axe et dans le sens du clivage le plus facile, ce qui confirme la loi de Jannettaz.

II. — *Sur de nouvelles sources de radiations susceptibles de traverser les métaux, le bois, etc., et sur de nouvelles actions produites par ces radiations.* Note de M. R. Blondlot.

L'auteur a recherché si des radiations analogues à celles qu'il a signalées dans l'émission d'un bec Auer (1), et qu'il dénomme aujourd'hui *rayons n*, se rencontreraient dans d'autres sources de chaleur et de lumière.

Effectivement, la flamme d'un bec de gaz annulaire émet de ces radiations ; il convient toutefois d'enlever la cheminée, à cause de l'absorption du verre. Un bec Bunsen n'en produit pas sensiblement. Une feuille de tôle, une lame d'argent chauffée au rouge naissant à l'aide d'un bec Bunsen placé par derrière, en fournissent à peu près autant que le bec Auer.

Les rayons *n* comprennent une grande variété de radiations : tandis, en effet, que celles qui proviennent d'un bec Auer ont des indices plus grands que 2, il en est, parmi celles qu'émet un tube de Crookes, dont l'indice est inférieur à 1,52 car un faisceau de ces rayons est largement dispersé par un prisme en quartz.

Jusqu'ici, le seul moyen de déceler les rayons *n* était leur action sur une petite étincelle. On peut se demander si cette étincelle doit être envisagée comme phénomène électrique ou seulement comme produisant l'incandescence d'une petite masse gazeuse. M. Blondlot a constaté l'exactitude de cette dernière hypothèse. Il s'est aperçu, de plus, que les rayons *n*, incapables de produire eux-mêmes la phosphorescence, l'augmentent notablement quand le corps (sulfure de calcium, par exemple) a été d'abord rendu phosphorescent par insolation.

La parenté des rayons *n* avec les radiations connues de grandes longueurs d'onde semble certaine. Comme, d'autre part, la faculté qu'ont ces rayons de traverser les métaux les différencie de tous ceux qui sont connus, il est très probable qu'ils sont compris dans les cinq octaves de la série de radiations qui restent inexplorées entre les rayons de Rubens et les ondulations électromagnétiques à très courtes longueurs d'onde : c'est ce que M. Blondlot se propose de vérifier.

A. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 4, p. 62. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 7, p. 101.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Traction par moteurs triphasés à haute tension sur le Chemin de fer de la Valteline. — M. Korda étudie, dans une communication à la *Société internationale des Électriciens* (Bulletin de mars), la traction électrique par moteurs triphasés à haute tension, appliquée dans l'exploitation de la ligne de la Valteline. Cette installation, caractérisée par l'emploi de courants triphasés à 5 000 volts entre phases dans les voitures, avec captation du courant par double trolley sur deux fils isolés aériens, les rails constituant le troisième fil, a été décrite dans le *Génie Civil* (2), quelque temps avant

Digitized by Google

sa mise en service; elle fonctionne depuis bientôt deux ans dans de bonnes conditions.

L'auteur passe successivement en revue, dans sa Note, la station centrale, les lignes électriques, les postes de transformateurs et les locomotives et voitures automotrices; il donne, en outre, d'intéressants renseignements sur les frais de traction, sur la consommation d'énergie et sur les frais d'entretien des tracteurs.

D'après les essais officiels effectués sur le tableau de la station centrale, la consommation d'énergie aux bornes du tableau est de 41,5 volts par tonne kilométrique.

Les frais de génération et de conduction du courant s'élèvent annuellement à environ 76 000 francs. La consommation journalière ayant été trouvée en moyenne de 9 600 kilowatts-heure, correspondant à une puissance moyenne de 400 kilowatts, il en résulte pour toute l'année une consommation de 3 504 000 kilowatts-heure; le kilowatt-heure revient donc à 2,17 centimes ce qui, pour 1 000 tonnes kilométriques, donne un prix de revient de 90,05 centimes. Lorsqu'on employait sur cette ligne les locomotives à vapeur, on dépensait en moyenne 2 fr. 356 par 1 000 tonnes kilométriques; il est vrai que le charbon coûte, à Gênes, environ 30 francs la tonne.

L'auteur montre également qu'avec la traction électrique on a pu réduire les frais d'entretien et de réparation des tracteurs, de 9 centimes à 3 centimes par kilomètre.

CHIMIE INDUSTRIELLE

De la fabrication de l'alcool chimique. — M. Lindet, sollicité par ses collègues de la Société nationale d'Agriculture de donner son avis sur la fabrication de l'alcool chimique, a résumé, dans une Note publiée dans le *Bulletin* de cette Société (février 1903), ses appréciations sur ce sujet, en restant uniquement sur le terrain scientifique, sans se préoccuper des aspects industriel, commercial et financier, sous lesquels elle peut être envisagée.

Il examine donc successivement les moyens de production que l'on peut connaître ou prévoir scientifiquement aujourd'hui, depuis les recherches de M. Berthelot sur la synthèse chimique de l'alcool au moyen de l'acétylène.

En admettant que le carbure soit à 100 °/₀ et que le rendement soit théorique, l'équation chimique montre que 100 kilogr. de carbure, supposé pur, fournissent 63lit 900 d'alcool à 100 degrés, soit 124 kilogr. de carbure pour produire un hectolitre d'alcool. Si l'on considère que le prix du carbure sortant de l'usine est de 250 à 280 francs la tonne, on voit que, sans tenir aucun compte des frais de manipulation que nécessite la transformation de l'acétylène en éthylène et de l'éthylène en alcool, celui-ci serait grevé déjà d'une dépense de 31 à 34 francs par hectolitre.

Pour diminuer ce prix de revient, on a proposé de substituer au carbure de calcium, d'un prix trop élevé, le carbure de baryum ou le carbure de strontium et d'obtenir, au lieu de chaux, de la baryte et de la strontiane utilisables dans la sucrerie. M. Lindet, non seulement estime ces débouchés aléatoires, mais il fait remarquer que le poids atomique de la baryte (137) et celui de la strontiane (87,5) étant plus élevés que celui de la chaux (40), la production d'un hectolitre d'alcool nécessitera 294 kilogr. de carbure de baryum et 208 kilogr. de carbure de strontium, ce qui grèvera encore sensiblement le prix de revient de l'alcool ainsi produit.

Un autre procédé consisterait à partir de l'acétylène en traitant de l'acétylène de mercure, en le transformant en aldéhyde, puis en hydrogénant cette dernière pour la changer en alcool. Cette méthode ne changerait en rien les bases de la question puisqu'elle n'indique pas le moyen de produire l'acétylène autrement que par un carbure alcalino-terreux.

M. Lindet mentionne, en terminant, un procédé qui consisterait à fabriquer l'alcool en partant du charbon; mais il estime que l'intermédiaire nécessaire à la transformation ne serait sans doute guère moins coûteux à produire que le carbure de calcium. De plus, il considère que le charbon choisi ne pouvant être de la houille ou du coke, mais un aggloméré de graphite ou charbon de cornue, atteindrait le prix de 40 à 45 francs les 100 kilogr.; or, l'alcool renferme 50 °/₀ de carbone, ce qui représente 20 à 22 francs par 100 kilogr. d'alcool à 100 degrés, soit 16 à 18 francs par hectolitre d'alcool.

CONSTRUCTION DES MACHINES

Bogies emboutis en acier, pour wagons. — Les châssis des véhicules de Compagnies européennes de chemins de fer sont généralement constitués par des profilés en fer ou en acier, ou par des tôles et cornières assemblées. Ainsi construits, ils sont lourds et sujets à se déformer sous l'influence des trépidations qui disloquent les assemblages par boulons ou rivets. Depuis longtemps déjà les longerons de bogies des voitures à voyageurs américaines sont en tôle emboutie, d'une seule pièce. Les nouveaux wagons à grande capacité, reposant sur deux trucks porteurs, qui circulent sur quelques lignes américaines, viennent à leur tour d'être munis de bogies de même type. Ceux du système Haskell, dont l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens* donne la description dans son numéro d'avril, sont formés de tôles d'acier extra-doux, emboutis en U. Chaque longeron comporte une membrure supérieure et une membrure inférieure dont les extrémités s'appuient sur les boites à huile et entre lesquelles viennent se loger les ressorts à boudin de suspension. Ceux-ci sont supportés par deux traverses sur lesquelles repose, par l'intermédiaire de pivots et de crapaudines, la caisse du véhicule. 500 wagons sont déjà munis de ce dispositif qui a le mérite de la légèreté et de la robustesse.

ÉLECTRICITÉ

Transmission électrique à Vancouver. — L'*Electrical World*, du 18 avril, donne une première description d'ensemble d'une installation hydro-électrique actuellement en construction près de Vancouver et qui présente les particularités suivantes:

L'énergie est empruntée à deux lacs (Coquitlam et Trout) séparés par de hautes montagnes, qui seront réunis par un tunnel de 4 kilom. de longueur, le lac Trout étant utilisé comme réservoir. La chute dont on dispose est de 120 mètres. Le tunnel a 2m 75 de largeur et 2m 75 de hauteur, et on le perce actuellement, des deux côtés, à l'aide de l'air comprimé.

Les machines actuellement en installation comprennent trois séries de roues Pelton de 3 000 chevaux chacune, à 200 tours, actionnant des alternateurs Westinghouse de 1 500 kilowatts. La régulation s'effectue, en partie par déviation, en partie par étranglement.

Deux excitatrices de 80 kilowatts sont actionnées à la fois par des moteurs à champ tournant et par des turbines. En marche normale, la turbine maintient à la vitesse de synchronisme l'ensemble de la dynamo et du moteur, de sorte que ce dernier ne prend pas de courant. Mais si une obstruction vient à ralentir la turbine, le moteur asynchrone entre en jeu et maintient l'excitation à sa valeur normale.

Les alternateurs sont à 2 200 volts, 60 périodes, et la tension est élevée à 20 000 volts pour la transmission aux sous-stations de Vancouver et de Burnaby. La ligne de Vancouver a 25 kilom. de longueur, et comprend une portée de 850 mètres au-dessus d'un cours d'eau navigable.

Dispositifs de sécurité dans les installations électriques. — Dans l'*Electrical Review*, des 2 et 9 mai, M. Ph. Torchis énumère les précautions qu'il y a lieu d'apporter pour assurer la continuité du service des stations et sous-stations électriques.

Au point de vue mécanique, il préconise la division du matériel, depuis l'arrivée du charbon jusqu'aux stations réceptrices.

Au point de vue électrique, il détaille, sous trente-trois titres différents, les dispositions qu'il recommande, tant dans la construction que dans l'exploitation. Nous trouvons, parmi celles-ci, en dehors des dispositifs les plus usités:

L'installation d'une batterie d'accumulateurs sur le circuit d'excitation;

La duplication des interrupteurs;

La séparation de tous les conducteurs, dans l'usine, par des conduits réfractaires;

La protection des enveloppes de plomb des câbles contre l'électrolyse, en les enfermant dans un conduit vitrifié ou en les connectant à des conducteurs nus;

La mise à la terre du fil neutre dans les circuits triphasés à haute tension;

L'alimentation des diverses commutatrices d'une sous-station par des alternateurs distincts;

La mise en circuit des transformateurs d'abord par la basse tension;

L'emploi d'accumulateurs dans toutes les sous-stations.

L'auteur recommande finalement de ne pas soumettre les isolants à des essais qui comportent des tensions voisines de la rupture.

MÉCANIQUE

Fabrique de presses d'imprimerie. — La très ancienne fabrique de presses à impression Kœnig et Bauer a récemment pris possession, à Oberzell, près de Würzbourg, d'une nouvelle usine dont la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 18 avril, donne une description détaillée.

Cette usine, à proximité du Main et de la voie ferrée, occupe environ 8 hectares, dont une partie est destinée à des maisons ouvrières.

L'usine se compose d'un bâtiment d'administration, d'une usine centrale électrique, d'une fonderie avec ses annexes, et d'un atelier de montage très étendu. Ces ateliers sont reliés entre eux par des voies étroites, et au chemin de fer par un raccordement à voie normale.

L'usine de force est située entre le parc à fers et la forge, placés d'un même côté, et la fonderie, placée d'un autre côté. La transmission de l'énergie dans les ateliers se fait par commande électrique; deux machines à vapeur à triple expansion de 550 chevaux et une machine compound de 325 chevaux actionnent chacune un ensemble composé d'un alternateur et d'une dynamo à courant continu de puissance moindre. Ces dynamos alimentent les moteurs, fixes ou mobiles, et fournissent l'éclairage.

L'article se termine par des renseignements relatifs à l'organisation économique et aux salaires que reçoivent les ouvriers de cette usine.

MÉTALLURGIE

Les aciers doux et les aciers durs dans la construction. — M. Eichhoff, après avoir rappelé, dans le *Stahl und Eisen*, du 15 avril, les divergences d'opinion des métallurgistes au sujet des qualités physiques à rechercher dans les aciers pour constructions mécaniques, donne plusieurs exemples des types d'acier en usage avant l'adoption du procédé basique et des modifications qu'ils ont subies depuis.

Il développe ensuite, au moyen de tableaux et de nombreux graphiques, les résultats de ses recherches sur des éprouvettes en tôle, de cinq aciers différents provenant des usines Krupp, et qui ont été essayées à la traction. L'auteur attache plus d'importance aux limites d'élasticité qu'aux résistances à la rupture; il considère le rapport de la limite d'élasticité à la résistance à la rupture, et trace la courbe qui en reproduit les variations; ce rapport décroît quand la résistance à la rupture augmente; il est diminué par le travail que subit le métal, surtout pour un acier dur.

M. Eichhoff conclut qu'il est généralement préférable d'employer un métal doux, à conditions égales de résistance.

Il représente ensuite, sous forme graphique, les résistances et allongements à la rupture qui sont exigés des aciers selon qu'ils sont destinés aux constructions, aux navires ou aux chaudières, par un grand nombre d'administrations et de Compagnies de chemins de fer de tous pays. Il termine en faisant ressortir la diversité de ces conditions, qui devraient être unifiées à la suite de recherches scientifiques établissant nettement quelles qualités on doit exiger des aciers.

MINES

Épuisement des mines au moyen des caisses à eau. — L'*Engineering News*, du 9 avril, donne une étude de M. R.-V. Nouus sur l'emploi des caisses à eau pour épuiser les mines. Ce système aurait sur les pompes les avantages suivants: grande puissance, simplicité, commodité et économie de l'installation et de l'exploitation.

Pour ces raisons, ce système tend de plus en plus à se répandre dans la région anthracifère de la Pennsylvanie. La première installation qui y a été faite, date de 1880; actuellement, huit grandes Compagnies l'ont adopté et sept autres sont en train de l'installer. Ce sont ces installations, réalisées ou projetées, que l'auteur passe en revue et décrit.

Le système primitif, qui consiste à placer la caisse sous la cage d'extraction est encore employé dans quatre exploitations; il donnerait la solution la plus économique dans le cas d'une quantité d'eau

Digitized by Google

relativement faible, tirée à une grande profondeur, parce que l'épuisement peut se faire pendant la nuit et ne nécessite pas l'aménagement d'un compartiment spécial dans le puits; il a cependant de nombreux et graves inconvénients. L'auteur montre comment, progressivement, on a paré à ces inconvénients pour aboutir à la solution actuelle qui offrirait toute satisfaction. Les règles à suivre sont : 1° aménagement d'un compartiment spécial avec guidage supplémentaire ; 2° emploi de caisses cylindriques en tôle, absolument étanches et à grande capacité ; 3° remplissage des caisses par le fond au moyen de soupapes à clapet se soulevant et se fermant automatiquement; 4° emploi d'un dispositif spécial sur le fond de chaque caisse évitant le choc brusque de l'eau à la descente et les poussées latérales résultant d'un remplissage dissymétrique ; 5° vidange par basculement des caisses qui doivent se déverser à gueule-bée par le haut; 6° emploi à la recette d'un dispositif automatique évitant l'emballement de la machine qui pourrait résulter de la brusque réduction de charge au moment de la vidange; 7° marche à grande vitesse (possible, si les conditions précédentes sont réalisées).

L'auteur décrit tous ces dispositifs; des tableaux donnent les frais d'installation, d'entretien, d'exploitation, la consommation de vapeur, le volume liquide extrait, etc.

Citons les faits suivants : à la suite de la grève récente de l'anthracite qui a duré six mois, la plupart des mines se sont trouvées noyées ; celles qui emploient les caisses à eau ont toutes été asséchées rapidement, celles qui utilisent les pompes sont encore en eau, au moins dans leurs parties inférieures; l'une d'elles qui, avant la grève, arrivait juste à maintenir un niveau d'eau constant, a trouvé intérêt à remplacer les pompes par les caisses; l'assèchement a été obtenu en trente-sept jours, tandis qu'en faisant marcher les pompes sans interruption l'opération aurait duré sept mois.

Le bassin houiller du Nord de la Belgique. — MM. Paul Habets, directeur-gérant des charbonnages de l'Espérance et Bonne-Fortune, et Marcel Habets, chef de service des charbonnages et des usines de la Société Cockerill, résument, dans la *Revue universelle des Mines*, de mars, les recherches qui ont été entreprises pour déterminer un second bassin houiller dont l'existence au Nord de la Belgique avait été signalée dès 1866 par les frères Castiau.

La Société Géologique de Belgique ayant mis à son ordre du jour, en 1899, la question de la présence du terrain houiller au Nord du bassin de Liège, d'intéressantes communications furent faites à ce sujet, qui imprimèrent une impulsion nouvelle aux recherches entreprises en Campine.

Actuellement, alors que la houille du bassin houiller du Nord de la Belgique a été touchée pour la première fois il y a à peine dix-huit mois, 57 sondages ont déjà été exécutés, dont 7 seulement n'ont pas atteint la formation houillère. 44 sondages sont entrés dans le terrain houiller et certains y ont pénétré sur les profondeurs considérables de 300 et 400 mètres, recoupant de nombreuses couches de charbon, dont plusieurs dépassent 1 mètre de puissance.

L'étendue ainsi explorée comporte près de 400 kilom. carrés dans la province du Limbourg et 300 kilom. carrés dans la province d'Anvers. Les travaux de sondages exécutés jusqu'à ce jour n'ont pas coûté moins de 6 millions de francs.

Après avoir suivi dans ses grandes lignes la marche de ces recherches, les auteurs en examinent les résultats. Les données fournies par les sondages ont permis en effet de compléter, pour l'extrême Nord de la Belgique, dans les provinces d'Anvers et du Limbourg, la carte du relief du sous-sol primaire en indiquant les couches de niveau de la surface du sous-sol primaire, équidistantes de 100 mètres et rapportées au niveau de la mer, dans toute la région campinoise comprise entre la Meuse et Anvers ; ils ont permis, en outre, l'étude complète du nouveau bassin houiller, par la détermination des roches traversées et l'étude des échantillons retirés des profondeurs du houiller sous forme de carottes obtenues par le forage au diamant ; enfin, ils ont montré que les épaisseurs des morts-terrains (terrains récents recouvrant le houiller) sont partout considérables et qu'elles sont comprises entre 372 mètres pour certaines parties au bord de la Meuse et 775 mètres à Gheel et Landhoven, dans la province d'Anvers. Quant à la nature des terrains traversés, ces sondages n'ont donné que des renseignements incertains; cependant il semble en résulter, d'après les auteurs, que le creusement des puits présentera, dans cette région, des difficultés multiples qui en élèveront considérablement le coût et exigeront peut-être des progrès nouveaux dans l'art des mines.

TRAMWAYS

Application de la traction électrique aux tramways du Sud de Londres. — Le *Tramway and Railway World*, du 14 mai, publie un article très documenté au sujet de cette transformation. La traction par caniveau a été adoptée ; l'article en question complète les renseignements déjà donnés au sujet du matériel fixe dans le numéro du 11 septembre 1902. Il décrit la station provisoire qui dessert la station de Thames Bridge à Tooting, et qui comprend deux dynamos à courant continu de 1 500 kilowatts, directement accouplées à des machines à vapeur verticales Ferranti. Les inducteurs, en fonte, pèsent 30 tonnes, et peuvent glisser latéralement pour découvrir l'induit. Les pièces polaires sont laminées.

L'usine définitive comprendra deux alternateurs triphasés de 1 500 kilowatts, à 6 000 volts, qui seront installés à Deptford, et alimenteront des sous-stations où onze convertisseurs transformeront le courant triphasé en courant continu à 600 volts.

Le service commencera avec 100 voitures à bogies de 9m 50 de longueur, à 66 places, munies de deux moteurs de 37 chevaux, avec contrôleurs spéciaux, à soufflage magnétique et freinage rhéostatique.

TRAVAUX PUBLICS

Pétrolage et goudronnage des routes. — Dans une étude publiée par la *Revue d'Hygiène*, du mois d'avril, le docteur Guglielminetti relate les efforts qui ont été faits, depuis quelques années, pour la suppression des poussières sur les routes. Après avoir rappelé le parallélisme, si effrayant pour l'hygiène, qui existe entre la proportion des microbes et celle des poussières, l'auteur revendique pour un Français, M. Christophe, l'idée première du goudronnage sur route, effectué il y a plus de vingt ans dans la Gironde. Il énumère ensuite les différents procédés usités : arrosages avec une solution de chlorure de sodium ou avec de l'eau de mer, reconnus infructueux; arrosage à l'huile lourde de pétrole, entré dans le domaine public en Californie et en Chine, où l'on emploie pour la construction des routes un mortier de gravier et d'huile mélangé avec une quantité convenable d'argile. Des essais moins lointains d'huilage au pétrole ont été effectués en Angleterre, à Saint-Germain, entre Versailles et Saint-Cyr, à Genève : partout la suppression de la poussière fut constatée, mais non celle de la boue; de plus, l'effet ne parut pas suffisamment durable.

Mais il est à considérer que le prix de l'huile de pétrole qui, en Californie, n'est que de 20 francs la tonne et de 45 francs en Angleterre, atteint 220 francs en France ; il y aurait donc un réel intérêt à étudier la question des droits de douane qui frappent les huiles lourdes à leur entrée dans notre pays (90 francs par tonne). Jusqu'à nouvel ordre, l'auteur estime que le goudronnage, que l'on peut obtenir à l'aide d'un produit français au prix de 5 francs la tonne, est le mode le plus rationnel qui puisse être adopté en France.

Des résultats très encourageants de goudronnage, pratiqués dans le cours de l'année dernière, ont été obtenus à Monaco, à Champigny, à Genève, dans la Charente, etc. Les principaux sont : une complète suppression des poussières et des boues; la formation d'une couche résistante et durable, épargnant certainement l'usure de la chaussée; une dépense relativement minime (0 fr. 07 à 0 fr. 10 par mètre carré), si l'on considère les économies réalisées sur l'ébouage, le balayage et l'arrosage devenus inutiles.

L'auteur indique les conditions qu'exige le goudronnage pour être efficace et durable : sécheresse du terrain, bon entretien préalable de la route, sablage après l'opération, etc. Il préconise, en terminant, des appareils pour l'étendage en grand, expérimentés à la Compagnie Parisienne du Gaz, parmi lesquels un tonneau en fer de 200 litres de capacité, monté sur un chariot à deux roues et muni d'un distributeur percé de trous. Le goudron est chauffé par un foyer monté sur roues venant se placer sous l'appareil et pouvant être retiré très rapidement, aussitôt que le thermomètre marque 60 degrés environ.

Ouvrages récemment parus.

Le Froment et sa mouture. *Traité de Meunerie*, d'après un manuscrit inachevé d'Aimé Girard, membre de l'Institut, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers et à l'Institut national Agronomique, par L. Lindet, docteur ès Sciences, professeur à l'Institut national Agronomique. — Un volume grand in-8° de 356 pages, avec 85 figures et 3 planches. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1903. — Prix : 12 francs.

Le regretté Aimé Girard avait formé le projet d'écrire, sous le titre placé en tête de cet ouvrage, un Traité de Meunerie. Mais au moment de sa mort, survenue en 1898, il n'avait eu le temps d'en écrire que les trois premiers chapitres.

Appelé par son enseignement, comme M. Girard l'avait été lui-même par le sien, à étudier continuellement les progrès accomplis en meunerie, connaissant les idées qu'il possédait sur les différents points à traiter, M. Lindet a cru devoir se substituer à lui pour achever l'œuvre qu'il avait commencée.

Il en est aujourd'hui de la meunerie comme de presque toutes les industries : à une technique, en général habile, toujours routinière, a succédé une véritable science, qui emprunte à l'anatomie végétale du grain de froment, à la composition chimique des différentes parties de ce grain, à la connaissance de leur valeur alimentaire, à leur résistance relative aux actions des instruments de broyage, etc., les éléments qui doivent servir de guide dans l'appréciation des résultats de la mouture ; sans doute on produisait de la farine avant que la science s'introduisit au moulin ; on s'attachait à suivre les pratiques dont l'expérience avait reconnu la valeur : on faisait ce qu'on savait ; il importe aujourd'hui de savoir ce qu'on fait.

Aimé Girard a montré que, des différentes parties du grain, il convenait de rejeter l'enveloppe et le germe.

Le problème à résoudre consiste à produire le maximum de farine blanche, sans débris d'enveloppe et de germe, avec le minimum de frais. Les différents éléments scientifiques dont il vient d'être question, joints à l'expérience et à l'habileté professionnelles, permettent au meunier de juger la valeur des instruments qui lui sont proposés pour résoudre ce double problème.

Ce sont ces principes que les auteurs se sont attachés à exposer dans cet ouvrage. Sans doute, comme a soin de le faire observer M. Lindet, celui qui l'aura étudié ne devra pas avoir la prétention de s'improviser meunier; mais il connaîtra, du moins, les principes qui lui imposent un travail rationnel et les appareils qui lui permettent de le réaliser.

Les Automobiles à l'Exposition de 1900. *Extrait du Rapport de la Commission militaire de l'Exposition universelle de 1900.* — Un volume grand in-8° de 356 pages, avec 336 figures. — Berger-Levrault et Cie, éditeurs, Paris, 1903. — Prix : 7 fr. 50.

Le Rapport officiel de la Commission militaire de l'Exposition de 1900 comprend quatre forts volumes, dans lesquels il est rendu compte de tous les objets, produits, appareils et procédés susceptibles d'être utilisés pour les besoins de l'armée. La maison Berger-Levrault a eu l'heureuse idée d'en extraire toute la partie relative aux automobiles, mise, bien entendu, au courant des modifications les plus récentes. Ce travail, dû à deux officiers d'Artillerie particulièrement compétents en la matière, M. le commandant Ferrus et M. le capitaine Genty, se divise en deux parties. La première, tout à la fois théorique et pratique, constitue un véritable traité général de l'automobilisme, où sont passés successivement en revue tous les organes essentiels de la voiture : châssis, moteurs, régulateurs et accélérateurs, carburateurs, carrosserie, freins, roues, bandages, etc. Dans la seconde partie, on trouve la description détaillée des types les plus répandus et les plus appréciés de voitures et de voiturettes, avec toutes les données nécessaires sur leur maniement et sur leur rendement.

Le Gérant : H. Avoiron.

Imprimerie Chaix, rue Bergère, 20, Paris.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 7. N° 1096. Samedi 13 Juin 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro :** 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Aéronautique** : Le ballon « Lebaudy », p. 97; Lieut.-Colonel G. Espitallier. — **Chimie industrielle** : Fabrique de cellulose et de papier à Rumford Falls (États-Unis) *(planche VII)*, p. 104. — **Industries textiles** : Protection contre le saut de la navette dans les métiers à tisser, p. 105; Henri Mamy. — **Jurisprudence** : De la répartition des responsabilités entre architectes et entrepreneurs, p. 107; Louis Rachou. — **Variétés** : Tirefonds Lakhovsky pour les traverses de chemins de fer, p. 107; — Le port de Londres, p. 108; — Fabrication et emploi du ferrophosphore et du phosphomanganèse, p. 109.

Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (2 juin 1903), p. 110.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 110; — Ouvrages récemment parus, p. 112.

Planche VII : Fabrique de cellulose et de papier à Rumford Falls (États-Unis).

AÉRONAUTIQUE

LE BALLON « LEBAUDY »

Dans une récente conférence, le commandant Paul Renard faisait remarquer combien peu nombreux, au milieu de la foule de projets imaginés et décrits par les inventeurs, sont les ballons dirigeables réellement construits et essayés à ce jour. Cela tient assurément à ce que de pareils essais, par la grande dépense qu'ils comportent, ne sont pas à la portée de tout le monde; sans cela, il n'y a guère d'inventeurs qui résisteraient au plaisir de réaliser leur rêve.

En définitive, il n'y a pas eu plus de onze tentatives effectives, en groupant, bien entendu, sous la même rubrique les divers types émanés d'un même auteur. Sur ce petit lot de concurrents, trois seulement sont arrivés au but : ce sont les ballons *la France* (colonel Renard), *Santos-Dumont* et *Lebaudy*. Parmi les autres, quatre seulement ont échoué en causant la mort de leurs aéronautes, et cette proportion ne dépasse certainement pas celle des accidents qui jalonnent toutes les voies nouvelles; on peut même dire que l'automobilisme, entre les mains des outranciers de la vitesse, est un instrument de mort autrement terrible que le ballon dirigeable.

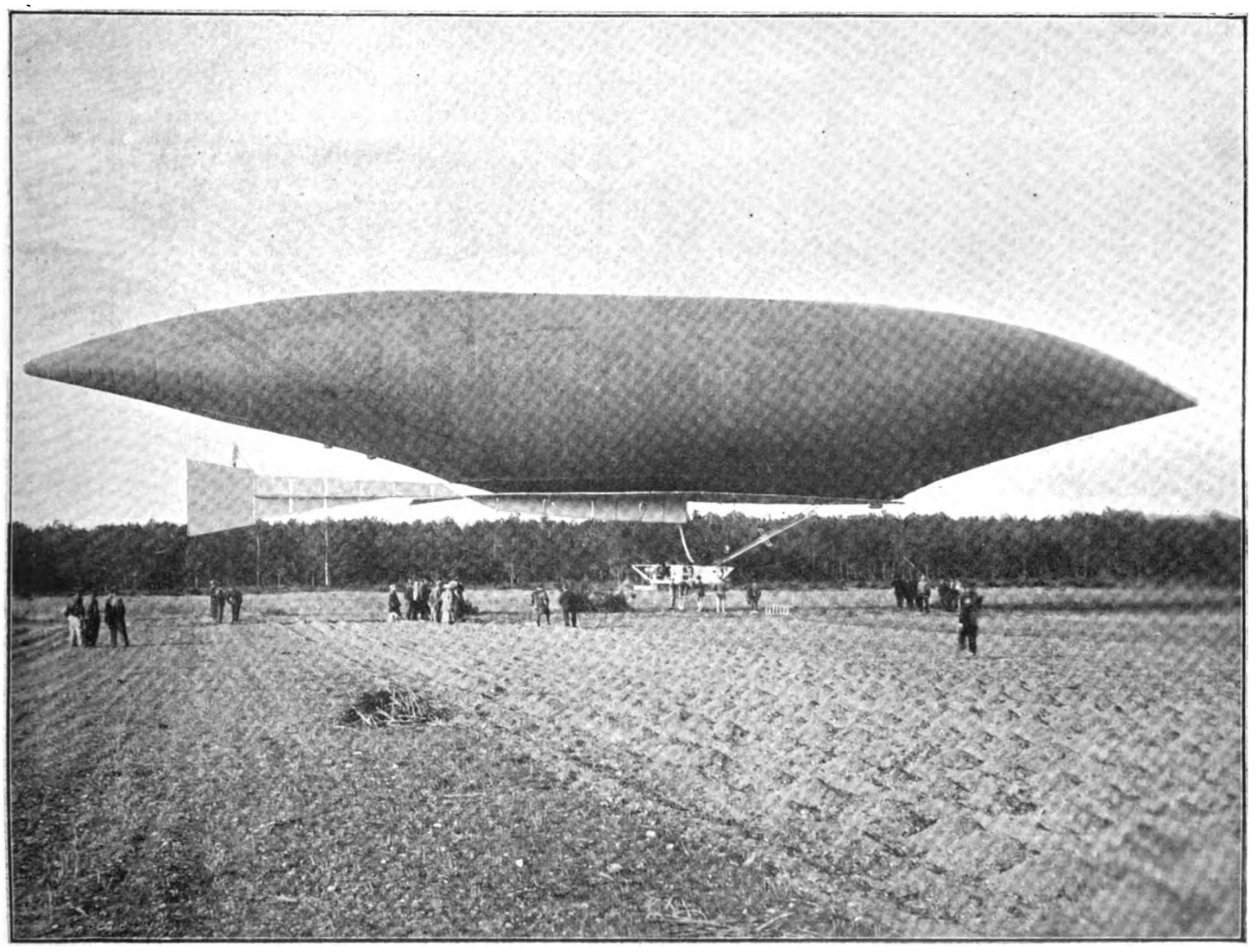


Fig. 1. — Le ballon « Lebaudy » : Vue prise avant son enlèvement

Les expériences du *Lebaudy*, commencées juste un mois après la catastrophe du *Bradsky* (13 octobre 1902), suffisent à démontrer, d'ailleurs, qu'en procédant avec une prudente méthode, on peut affronter les routes du ciel sans excessive témérité.

Elles se sont déroulées sur un *aérodrome* (le mot est consacré aujourd'hui) réunissant toutes les qualités d'un champ d'épreuve : les vastes

Digitized by Google

proportions que nécessitent les évolutions d'un vaisseau aérien pareillement grand, et l'isolement dans la campagne qui soustrait les opérateurs à la curiosité toujours un peu indiscrète, souvent nerveuse et excitante, du public.

L'aérodrome de Moisson est situé en Seine-et-Oise, dans la boucle de la Seine entre Mantes et Bonnières (fig. 14), où, devant le hangar spécialement construit en vue des expériences actuelles, s'étend une vaste plaine en terrain découvert de 3000 mètres de longueur. Le cirque de collines qui borde la Seine, sur la rive droite, n'est pas assez haut pour modifier sensiblement le régime des vents sur la zone de navigation d'un dirigeable qui évolue toujours entre 100 et 300 mètres d'altitude; mais l'effet de ce rideau se fait sentir plus près du sol, et l'on a constaté que les indications de l'anémomètre placé sur le hangar de Moisson sont toujours notablement inférieures aux vitesses réelles données par des stations moins garanties.

L'aérodrome et le hangar. — L'installation aéronautique créée par MM. Lebaudy, dans un enclos fermé, empêchant d'approcher trop près du ballon, comprend, en outre du hangar : une usine produisant l'électricité pour les divers usages (force motrice, éclairage); une usine pour la fabrication de l'hydrogène; des ateliers aérostatiques pour la fabrication des ballons-pilotes et des ballons-gazomètres, en même temps que pour effectuer les divers travaux que nécessite le grand dirigeable; un bureau technique; un logement pour le gardien et, enfin, un pigeonnier qui permettra d'emporter de rapides messagers de guide à un boulet sphérique, rattaché, d'autre part, au-dessous de la nacelle par un très court cordage.

Deux glissières semblables courent sur le sol du hangar, le long des parois, et servent de guides à des cordages attachés au ballon, deux en tête et deux en queue. Ces cordages sont munis de tiraudes que saisissent les hommes, divisés en quatre équipes pour la manœuvre de sortie. Le ballon est ainsi conduit au dehors sans pouvoir se dévier ni heurter la charpente; il faut une trentaine d'hommes pour cette manœuvre.

Lorsqu'il est sur la plate-forme extérieure, il ne reste plus qu'à l'orienter dans le lit du vent pour que le départ se fasse doucement et sans à-coups.

Pour le cas où le vent tendrait à le rabattre sur le hangar, avant qu'il ait pris son vol et que son mouvement propre lui permit de lutter, on a disposé sur le terrain un certain nombre de corps morts munis d'organeaux sur lesquels il suffit de frapper des cordages d'attache pour hâler le navire aérien hors de la zone dangereuse.

On sait que les plans du navire aérien, construit sous le patronage de MM. Pierre et Paul Lebaudy, sont dus à M. Julliot, Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur technique de la raffinerie de ces grands industriels. Toute la partie aérostatique a été établie par M. Surcouf avec beaucoup d'habileté, et il n'est que juste de faire une large part dans le succès au concours de ce praticien éprouvé, aussi bien dans l'élaboration du programme très sévère des épreuves méthodiques auxquelles tous les éléments du ballon ont été soumis

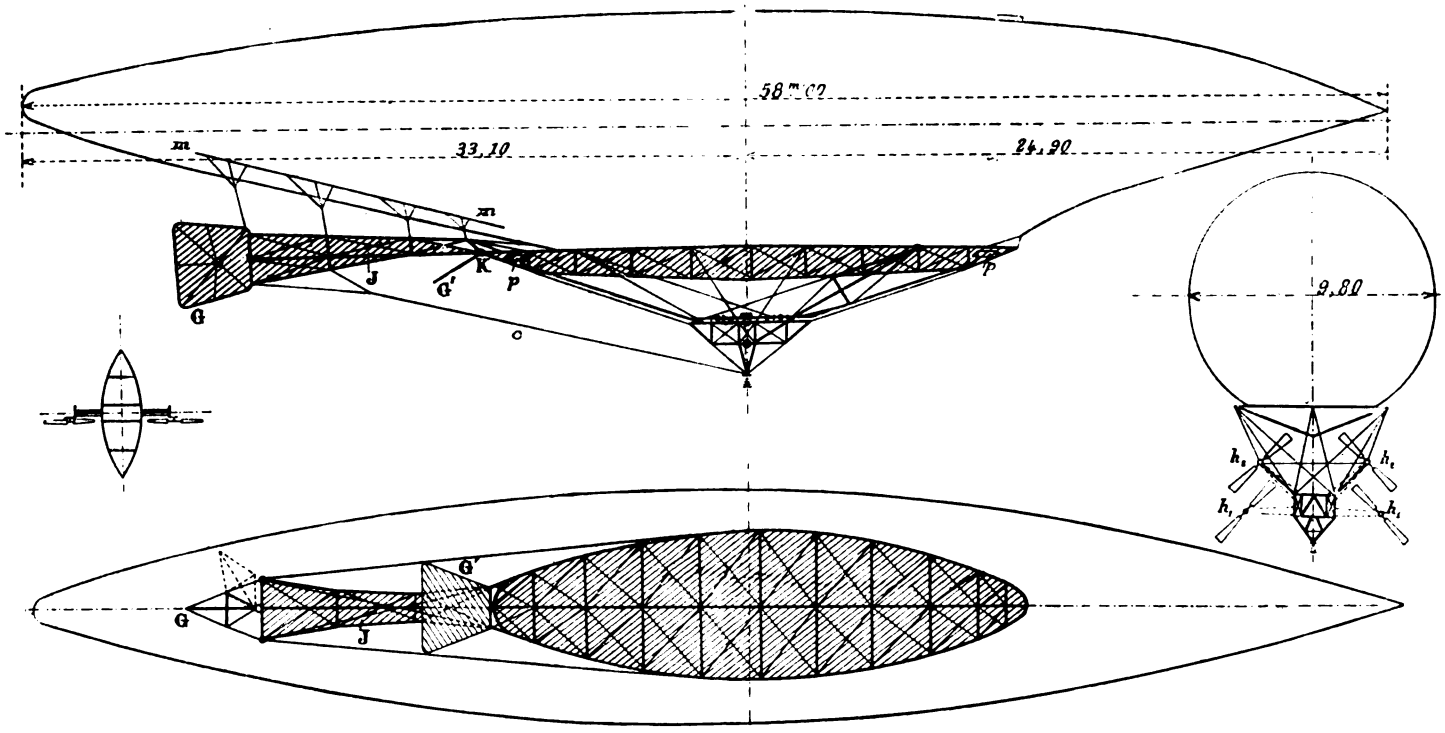


FIG. 2 à 5. — Élévation, plan et coupes du ballon *Lebaudy*.

dans la nacelle, lorsque le ballon devra effectuer de longs parcours et perdre de vue son port d'attache.

Le hangar (fig. 6 et 7) qui constitue la partie principale de cet établissement, mesure 60 mètres sur 12 mètres. Il a 15 mètres de hauteur. La charpente est en bois; chaque montant, arasé au sol, est maintenu sur environ 2 mètres de hauteur entre deux fers à I, noyés dans un solide massif de fondation. Toute la partie basse de la paroi, jusqu'au sommet des fers à I, est maçonnée, ce qui contribue à la solidité de tout l'ensemble, tandis que le reste de la paroi est un simple platelage de planches. Enfin, tout l'édifice est consolidé par un grand nombre de haubans fortement ancrés dans le sol.

L'axe du hangar est exactement orienté sur Paris. Le petit côté qui regarde la capitale sert à la sortie du ballon, et n'est fermé que par une énorme porte à deux vantaux à glissière, se déplaçant dans un vaste cadre en charpente.

A l'intérieur du hangar, tout est disposé pour faciliter les opérations de gonflement, de réglage, et de sortie du ballon. A cet effet, une large excavation (fig. 8), tronconique et revêtue de béton occupe le centre du hangar, à l'endroit même où se trouve la nacelle sous le ballon gonflé. Outre que ce dispositif permet de réduire d'autant la hauteur qu'il est indispensable de donner au hangar, il rend plus aisé l'accès de toutes les parties du mécanisme.

Cette excavation se prolonge suivant l'axe du hangar par une tranchée également revêtue de béton, qui aboutit, à l'extérieur, à une excavation analogue à la première, servant de plate-forme de départ.

Au fond de la tranchée, un double rail forme une glissière servant avant que celui-ci fût livré à lui-même, que dans la conduite des premières ascensions, auxquelles M. Surcouf avait tenu à coopérer en personne. Depuis lors, son collaborateur, M. Juchmès, est resté le pilote du dirigeable et a montré un très grand tact aéronautique dans les derniers voyages qu'il a dirigés.

L'idée maîtresse du projet de M. Julliot est que, pour assurer à un navire aérien une stabilité convenable, dans le plan vertical et sur la direction choisie, il importe de le munir de larges surfaces planes, tant horizontales que verticales. Il semble impossible de disposer ces deux genres de plans qui doivent avoir une étendue considérable, sous forme d'ailerons aux flancs du ballon, ce qui nécessiterait des carcasses rigides difficiles à réaliser et qui, par leur juxtaposition et les frottements inévitables avec les étoffes constituant le ballon lui-même, risqueraient d'amener, en certains points, l'usure de l'enveloppe dont l'étanchéité serait ainsi précaire.

On est donc conduit à les placer en dessous du ballon; mais il y a tout intérêt à rapprocher le plus possible les plans horizontaux, qui sont les plus importants, de l'enveloppe dont ils arrivent même à faire partie intégrante. On peut dès lors faire servir le cadre rigide raidissant les surfaces planes pour fixer, d'une part, les attaches du ballon, d'autre part, les suspentes de la nacelle. Ce cadre rigide permet donc de supprimer la poutre armée qui, dans la plupart des ballons allongés, supporte directement la nacelle et sert à répartir sur une plus grande longueur les points d'attache au ballon.

En outre, la nacelle étant alors de longueur très réduite, les cordages qui composent sa suspension et qui se rattachent ainsi au

Digitized by Google

pourtour d'un cadre de larges dimensions dans les deux sens, sont, par cela même, très divergentes et remplissent naturellement les conditions de solidarité parfaite que Dupuy de Lôme a signalées comme indispensables. La nacelle, entraînée avec le ballon dans les oscillations dues au tangage, forme ainsi un excellent pendule de rappel.

Le principe indiqué, voyons l'application.

Le ballon. — La forme générale de la carène (fig. 1) n'est pas, à proprement parler, une surface de révolution ayant pour axe la droite qui en réunit les pointes. Celle qu'affecte l'enveloppe après son gonflement et le gréement complet en pleine charge, donne cette impression que les becs, assez aigus d'ailleurs, ont une légère tendance à retomber vers le sol.

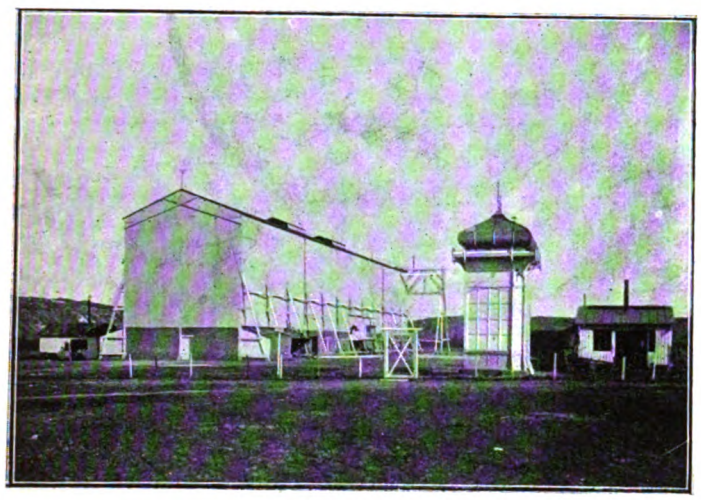


FIG. 6. — Le hangar, vu de l'entrée du parc.

Le ballon est dissymétrique, son maître-couple étant légèrement reporté vers l'avant. On a accentué cette dissymétrie, entre les expériences d'automne et celles qui ont lieu en ce moment même, en allongeant encore le cône arrière qui se termine par une calotte sphérique d'assez faible diamètre, tandis que la proue est un cône franchement aigu. La longueur totale étant de 58 mètres, le maître-couple n'est qu'à $24^m 90$ de l'avant, et se trouve, au contraire, à $33^m 10$ de l'arrière (fig. 2 à 5). Nous avons exposé ici même, dans un précédent article (1), pourquoi il est avantageux de rapprocher ainsi le maître-couple et, par suite, le centre de poussée de l'air, de la proue, au bénéfice de la stabilité de route et de l'action du gouvernail. Il n'est pas inutile de

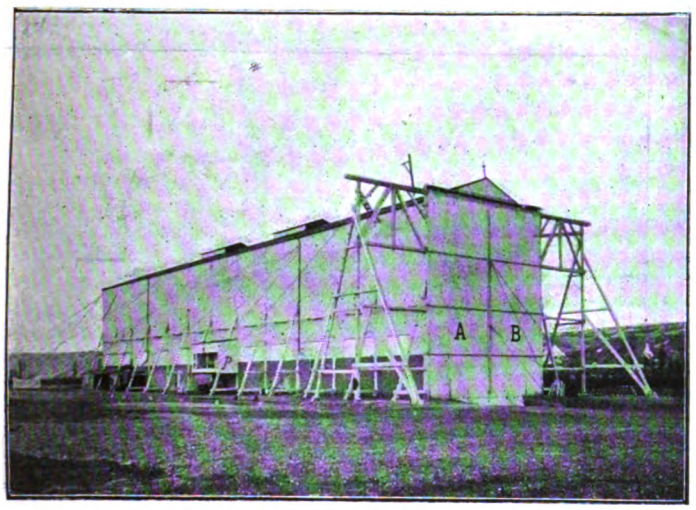


FIG. 7 — Le hangar et sa porte roulante.

faire remarquer que cette disposition, indiquée et pratiquée, en 1884-1885, par le colonel Renard, vient d'être également appliquée par M. Santos-Dumont sur le ballon minuscule qui lui a servi dans ses récentes promenades du mois de mai.

Le diamètre du ballon *Lebaudy*, au fort, est de $9^m 80$; par rapport à la longueur de 58 mètres, on a ainsi un allongement de 5,6 diamètres, ce qui n'a rien d'exagéré, puisque le ballon de Meudon (*la France*) atteignait 6 diamètres. Encore faut-il, étant donnée surtout la vitesse plus grande que l'on veut obtenir, de grandes précautions pour assurer la stabilité d'un pareil fuseau. Pour obtenir cette stabilité, c'est surtout sur l'intervention des plans horizontaux dont nous avons parlé déjà que comptait l'auteur du projet, et l'événement paraît bien lui avoir donné raison.

A vrai dire, dans toute la partie médiane, la section droite du fuseau est, non pas un cercle complet, mais un segment limité par une corde à sa partie inférieure ; ce qui signifie que le ballon présente un méplat dans cette région, à environ $3^m 50$ au-dessous de l'axe. Ce méplat se colle, pour ainsi dire, sur un vaste plan entoilé et maintenu par le cadre rigide que nous avons signalé, qui se rattache à la paroi de l'enveloppe et supporte, d'autre part, la suspension.

L'enveloppe du ballon est en étoffe double de coton, avec interposition d'une lame de caoutchouc d'environ $^1/_{10}$ de millimètre d'épaisseur. Ce genre d'étoffe supprime les inconvénients du vernis ; celui-ci poisse facilement et s'oxyde assez rapidement aux dépens des enveloppes qui perdent peu à peu leur force de résistance. Hâtons-nous de dire d'ailleurs que ce défaut est tout relatif, et que les ballons vernis peuvent encore atteindre un âge fort respectable. D'autre part, l'étoffe caoutchoutée, telle qu'elle est livrée par le fabricant, n'aurait peut-être pas une complète imperméabilité et le caoutchouc serait

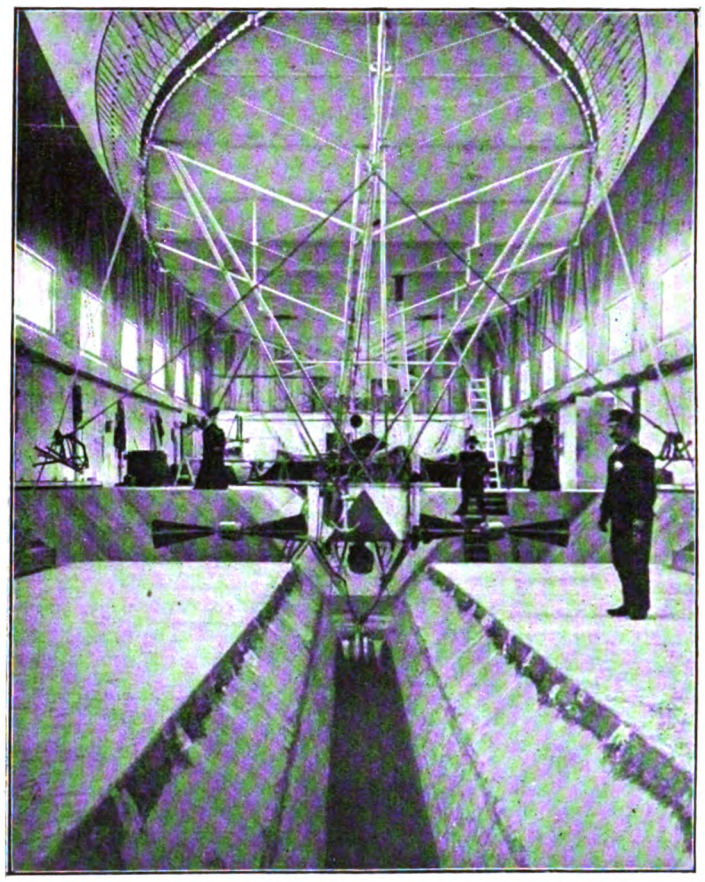


FIG. 8. — Vue en dessous du cadre ovale et de la suspension.

Le trapèze de poussée est en avant
et la nacelle est disposée dans l'excavation tronconique.

assez rapidement attaqué par l'oxygène de l'air et par la lumière. Pour obvier à l'action pernicieuse de l'oxygène, et achever de rendre l'étoffe imperméable, on applique au pinceau sept couches d'un produit spécial appelé *ballonnine* ; c'est une solution de caoutchouc dans un mélange de benzine et de sulfure de carbone.

La proportion de caoutchouc est extrêmement faible, à la vérité : sur 608 grammes de dissolution que l'on emploie par mètre carré d'enveloppe, il n'entre et il ne se dépose que 8 grammes de ce produit solide ; mais l'évaporation du dissolvant est si rapide qu'il en résulte un refroidissement considérable, et l'action concomitante du sulfure de carbone détermine une véritable vulcanisation de la lame de caoutchouc à sa surface.

En ce qui concerne l'action de la lumière, le constructeur, M. Surcouf, a cherché à la paralyser par une teinture à base de chromate de plomb qui donne au ballon *Lebaudy* sa couleur caractéristique et lui a valu un surnom populaire : le public l'a baptisé le *Jaune*.

Tandis que, dans la coupe classique de l'enveloppe des ballons, les coutures, généralement, ne suivent des lignes continues que dans un sens, les coutures transversales s'imbriquant à joints contrariés, les panneaux du *Jaune* dessinent deux séries de courbes continues : des méridiens et des parallèles ; cette disposition, que l'on reconnaît clairement sur la figure 1, donne, il est vrai, des points de jonction délicats à réaliser, à la rencontre des deux systèmes de coutures où se

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 19, p. 310.

Digitized by Google

rejoignent les angles de quatre panneaux contigus; mais le genre d'étoffe employé permet d'appliquer ce procédé sans inconvénient, en insérant les divers feuillets méthodiquement et alternativement les uns dans les autres, et en les collant ensemble.

La surface de l'enveloppe est d'environ 1 200 mètres carrés. Son poids est, coutures comprises, de 300 à 330 grammes par mètre carré d'étoffe, soit, au total, 360 à 400 kilogr. L'imperméabilité est si complète que le ballon est resté, à l'automne dernier, gonflé pendant plus de 40 jours sans que le gaz eût perdu notablement de sa force ascensionnelle, qui était simplement passée de 1 164 à 1 056 grammes par mètre cube d'hydrogène. A l'heure actuelle, le gonflement dure depuis les premières expériences du printemps, c'est-à-dire depuis plus de deux mois.

L'appareil flotteur est complété par un ballonnet à air, organe indispensable si l'on veut compenser les incessantes variations de volume que subit le gaz de gonflement, par suite des modifications de la température et de la pression. Dans le ballon *Lebaudy*, le ballonnet compensateur mesure 340 mètres cubes environ, soit plus du septième de la capacité totale qui est de 2 284 mètres cubes, alors qu'on admet un dixième comme limite inférieure pour ce rapport ; l'appareil est donc dans de bonnes conditions.

Le ballonnet est lui-même cloisonné en quatre compartiments ; cette disposition empêche les déplacements de la masse d'air, déplacements qui sont parmi les causes principales du tangage, surtout lorsque le ballonnet est incomplètement gonflé.

Le ventilateur à grand débit, servant à remplir le ballonnet, est placé dans la nacelle (en V, fig. 8) ; il est actionné normalement par le moteur à essence qui fournit la force aux propulseurs; mais, pen-

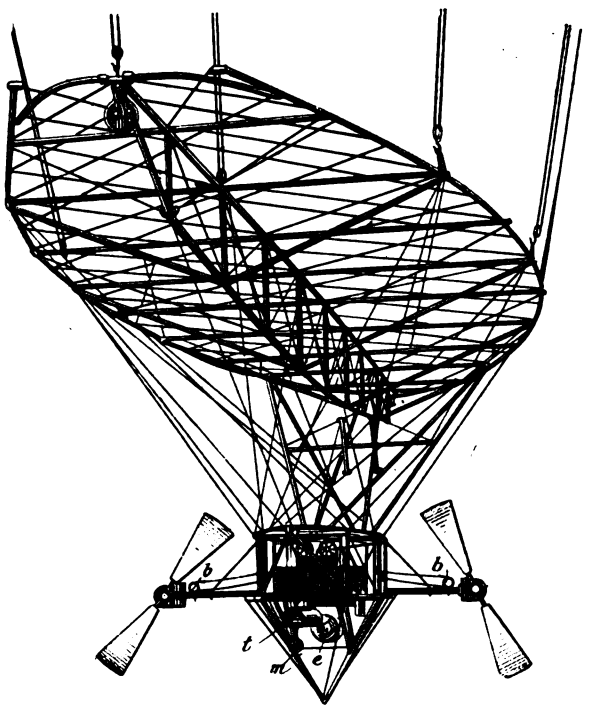


FIG. 9. — Disposition de la suspension de la nacelle.

dant les arrêts du moteur et en cas de panne — il faut tout prévoir — il peut être mis en marche au moyen d'une petite dynamo actionnée elle-même par des accumulateurs.

Pour compléter cette description du ballon proprement dit, ajoutons qu'en dehors de la soupape de manœuvre placée à la partie supérieure et un peu sur l'avant, le ballon et le ballonnet sont munis, l'un et l'autre, de clapets de sûreté dont les ressorts ne cèdent, automatiquement, que lorsque la tension intérieure dépasse 20 millimètres d'eau pour l'hydrogène et une pression un peu plus faible pour l'air, afin que celui-ci s'échappe le premier, étant moins précieux à conserver. Cette pression intérieure de 20 millimètres est suffisante pour que, lorsque le ballon atteint sa plus grande vitesse, la résistance de l'air ne refoule pas le cône-avant.

Plans horizontaux et verticaux. — Nous avons dit que la caractéristique du ballon *Lebaudy* était la présence de plans horizontaux et verticaux, les premiers concourant à limiter les mouvements de tangage, et les seconds assurant la stabilité de direction. Parmi ces plans, les uns sont fixes et les autres articulés autour d'axes respectivement horizontaux et verticaux, de manière qu'on puisse faire varier leur action. Ils sont constitués par des bandes d'étoffe tendues sur des cadres métalliques et des poutres armées qu'il convient de décrire tout d'abord.

Le plus important de ces cadres est celui que nous avons mentionné plus haut, et qui sert d'intermédiaire à la suspension. Sa forme extérieure est celle d'un ovale de 22 mètres de longueur sur 6 mètres de largeur, dessiné par un tube d'acier solidement entretoisé transversalement et rendu indéformable par des tendeurs en croix de Saint-André. Pour achever de lui donner une grande rigidité, on a disposé, suivant l'axe longitudinal, une poutre armée verticale de 1m 25 de hauteur, convenablement étrésillonnée. Une toile ignifugée tendue sur le cadre horizontal forme le principal plan destiné à amortir le tangage. Une toile de même nature recouvre la partie postérieure de la poutre armée, constituant ainsi une sorte de fausse quille verticale qui agit efficacement pour amortir les embardées latérales.

Le cadre que nous venons de décrire se prolonge vers l'arrière par

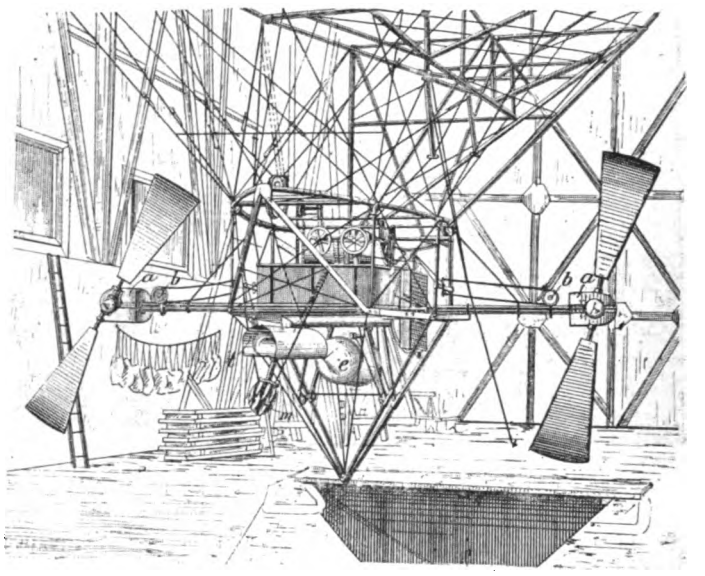


FIG. 10. — Détails de la nacelle et du mécanisme.

une poutre armée à section cruciale (J, fig. 2), dont les surfaces horizontales et verticales sont également revêtues de toile, formant ainsi, dans les deux plans, une longue queue empennée dont on comprend aisément le rôle stabilisateur. La poutre armée en a un autre, grâce aux cordages qui la rattachent aux ralingues *mm* suivant le flanc du cône-arrière ; c'est d'empêcher cette partie du ballon de se relever sous la poussée du gaz, toute la charge étant, par suite du dispositif de suspension, uniquement soutenue par la partie médiane du ballon et

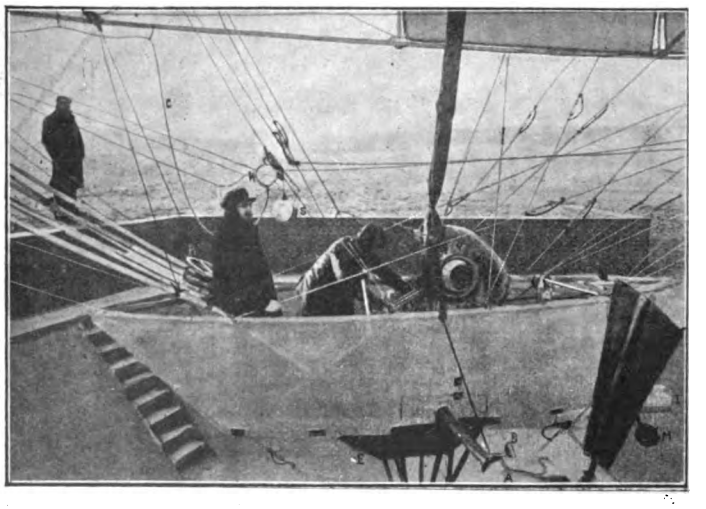


FIG. 11. — Vue de la nacelle arrimée (automne 1902).

M. Julliot est debout, à l'avant, près de la roue du gouvernail.

n'intervenant pas pour contre-balancer cette poussée du gaz sur les cônes extrêmes.

La poutre armée d'arrière est d'ailleurs articulée à son point de jonction K avec la plate-forme ovale, et son inclinaison peut varier, suivant que l'on tend plus ou moins un câble c qui, de sa pointe extrême, descend jusqu'au point le plus bas de la nacelle.

Les plans plus particulièrement mobiles et d'inclinaison variable sont les deux gouvernails : l'un horizontal G', pesant une vingtaine de kilogr., en forme de trapèze, attaché au point de jonction de la plate-forme ovale et de la queue; l'autre vertical G, a 9 mètres carrés, et sert aux manœuvres de direction, grâce aux commandes aboutissant

Digitized by Google

à la roue de gouvernail placée à l'avant de la nacelle. L'axe de rotation de ce gouvernail est légèrement incliné sur la verticale, afin que l'appareil reprenne naturellement sa place dans le plan principal du ballon, si les commandes venaient à manquer.

La nacelle et la suspension. — La nacelle a la forme d'un ponton à fond plat et à deux becs.

Elle mesure 4m 80 de longueur sur 1m 60 de largeur et 1 mètre de hauteur. Elle est formée d'une carcasse métallique. Dans les expériences de l'automne 1902, elle était entièrement revêtue d'une toile d'aluminium (fig. 11); on y a substitué, en 1903, une simple toile d'étoffe ignifugée qui ne recouvre que sa proue. Afin de raidir toutes les parties de la nacelle et d'entretoiser solidement l'arbre horizontal des hélices dont nous aurons à parler plus amplement tout à l'heure, on a disposé en dessous de la nacelle une sorte de béquille de forme pyramidale, composée de tubes et de tendeurs, et dont la pointe sert d'attache aux haubans nécessaires. C'est par cette pointe de pyramide que le ballon se pose sur le sol, et il n'a pas besoin d'une base plus solide, puisqu'à l'inverse des ballons sphériques ordinaires l'atterrissage d'un ballon dirigeable ne comporte pas un dégonflement immédiat. Dans une des dernières ascensions du mois de mai, le ballon *Lebaudy*, piloté par M. Juchmès, ayant atterri, a été drossé par le vent sur un espace de 200 mètres en traînant sur sa pointe, sans le moindre dommage, jusqu'à ce que des hommes fussent accourus pour s'en saisir (15 mai 1903).

La nacelle est suspendue à 3 mètres en dessous du cadre ovale, au moyen de 28 suspentes, formées, non par des cordes à piano, comme on a trop tendance à le faire aujourd'hui, mais de petits câbles souples de 5 à 6 millimètres, en fils d'acier. Ceux-ci valent infiniment mieux que celles-là; la rupture des cordes à piano, en effet, peut occasionner des accidents, par l'enchevêtrement inextricable de ces fils qui s'enroulent en tous sens, en même temps que leurs pointes aiguës peu-

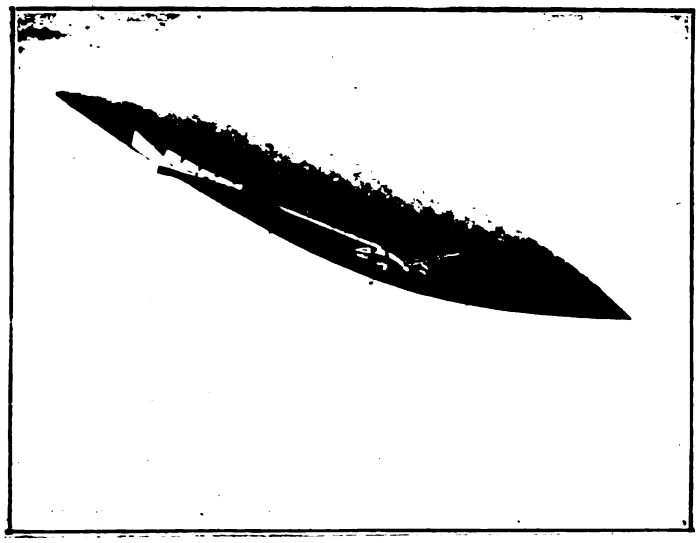


FIG. 12. — Vue du *Lebaudy* en dessous, pendant un virage.

vent percer l'enveloppe. On ne saurait trop recommander de ne composer les suspensions que d'éléments souples qui ne causent jamais d'embarras, alors même que, fortuitement, la distance relative de la nacelle et du ballon viendrait à varier.

A cet égard, on pourrait être tenté de critiquer les constructeurs du *Lebaudy* pour avoir introduit, dans leur suspension, un élément rigide auquel ils donnent le nom de *cadre de poussée*, et qui rompt avec le principe ci-dessus. C'est une pièce de forme trapézoïdale, en tubes bien entretoisés, qui part obliquement de la nacelle pour aboutir à l'avant du cadre ovale, lui transmettant ainsi directement par compression la poussée du propulseur. On peut objecter qu'une suspension, organisée suivant les principes posés par Dupuy de Lôme, peut être indéformable tout en restant entièrement funiculaire; mais, d'autre part, il peut arriver que les suspentes d'avant se trouvent insuffisamment tendues, et que tout l'effort de traction soit ainsi supporté par les suspentes d'arrière. La présence du cadre rigide a dès lors l'avantage de mieux répartir les efforts qui s'exercent à la fois par traction sur l'arrière et par poussée sur l'avant.

En outre, M. Julliot estime que cet organe — et c'est là sans doute un rôle suffisant pour justifier sa présence — en solidarisant plus complètement la nacelle et le ballon, s'oppose aux effets de torsion qui se produiraient nécessairement dans les virages.

En tout cas, le cadre de poussée est un élément nouveau qu'il était intéressant d'expérimenter et qui semble, à s'en rapporter aux expériences, avoir donné d'heureux résultats.

La suspension ainsi composée du cadre de poussée et des suspentes funiculaires, faciles à régler au moyen de lanternes de tension, constitue, grâce au large épanouissement et à l'obliquité de ses éléments, un ensemble tout à fait indéformable, quels que soient les déplacements occasionnés par le tangage ou le roulis; la nacelle, dans ces divers déplacements, se trouve entraînée hors de la verticale, constituant un pendule de rappel d'autant plus efficace que tout le poids mort des machines s'y trouve concentré.

Le ballon ainsi arrimé, avec sa nacelle et la béquille qui la prolonge, occupe une hauteur totale de 13m 50.

Appareils moteurs et propulseurs. — La force motrice est fournie par un moteur Daimler de 40 chevaux, à refroidissement par circulation d'eau et radiateur en nid d'abeilles; la carburation est autonome, analogue au système de l'appareil Krebs. Le réservoir d'essence *e* (fig. 9 et 10) a été placé en dessous de la nacelle et du moteur, par mesure de précaution contre l'incendie. On y envoie un peu d'air comprimé au moyen d'une pompe de bicyclette, pour alimenter pendant la mise en marche; la pression d'échappement suffit ensuite.

Le moteur dépense 14 kilogr. d'essence par heure, soit 350 grammes par cheval-heure.

Le pot d'échappement est également placé sous la nacelle, entre les arêtes de la béquille pyramidale. Le débouché de la cheminée est protégé par une boule en toile métallique *m* qui suffit à éteindre les projections de gaz enflammé. Pour éviter les inflammations qui pourraient se produire si des gouttes d'essence, en tombant du moteur, rencontraient les parois brûlantes de l'échappement, celui-ci est protégé par une sorte de tunnel demi-cylindrique, que l'on aperçoit en *t* sur les figures. On voit que les précautions les plus minutieuses ont été prises pour éviter les chances d'incendie.

Ce moteur met en mouvement deux hélices à deux branches, dis-

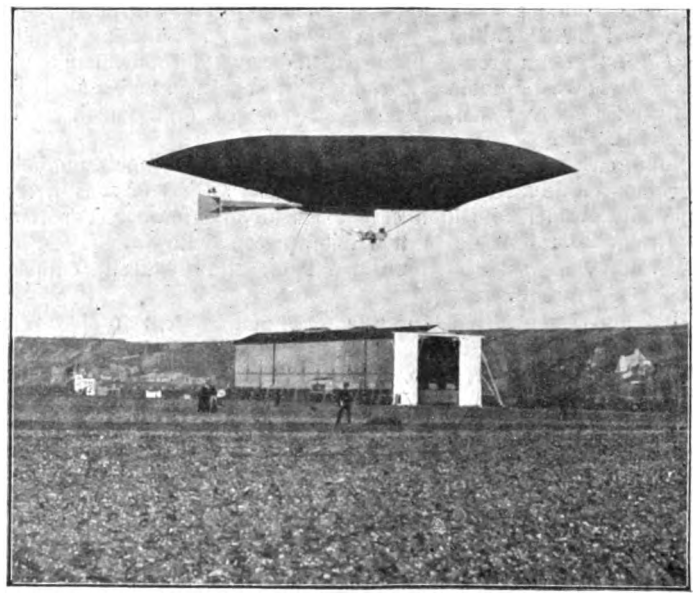


FIG. 13. — Le ballon rentrant au hangar.

posées, de part et d'autre de la nacelle, aux extrémités d'une fusée horizontale creusé dans l'intérieur de laquelle tourne l'arbre moteur; la transmission aux hélices se fait par l'intermédiaire d'engrenages d'angle que l'on a soigneusement enveloppés dans des carters *a* (fig. 10); Par suite de leur position, il serait difficile de donner aux hélices une grande envergure, ce qui allongerait démesurément l'arbre qui les soutient. Celles qui sont actuellement en service sur le *Lebaudy* n'ont que 2m 44 de diamètre et rachètent ces faibles dimensions par une grande rapidité de rotation; leur vitesse de régime est de 800 à 1 000 tours.

C'est rompre résolument avec les idées reçues; on admet généralement, en effet, qu'une hélice aérienne, pour offrir un bon rendement, doit être grande et tourner lentement, afin d'éviter de se mouvoir dans un air déjà brassé. C'est ainsi que l'hélice du ballon *la France* mesurait 7 mètres de diamètre et celle du *Santos-Dumont* n'avait pas moins de 4 mètres, le diamètre des ballons étant de 8m 40 dans le premier cas et de 6m 50 dans le second; leur vitesse, d'autre part, ne dépassait guère 250 à 300 tours. Mais, il faut bien le dire, la théorie de l'hélice aérienne est encore à faire; sa construction est encore toute expérimentale et les essais que vient de réaliser M. Julliot ne peuvent qu'être profitables pour élucider la technique de cet organe. Afin d'obtenir la très grande rigidité et l'indéformabilité que supposent les grandes vitesses, cet Ingénieur a renoncé à constituer les palettes au moyen d'étoffes tendues sur un cadre rigide, comme on a coutume de le faire. Les palettes de ses hélices sont en tôle d'acier dont l'épaisseur va de 1 millimètre à 1mm 2. Le bras sur lequel chaque palette se trouve rivée et soudée est formé d'un tube creux en

Digitized by Google

acier au nickel, qui s'ovalise de plus en plus et s'aplatit à mesure qu'on s'éloigne du centre de rotation.

Chaque palette occupe $^1/_{16}$ de la circonférence. Le pas régulier de construction était de $1^m 50$; mais en réalité, tout en conservant au pas cette valeur à la partie centrale de la palette, on l'a fait varier sur la longueur et jusqu'à la périphérie, en s'en reposant sur l'expérience pour déterminer l'inclinaison la plus convenable. C'est ainsi qu'on a fait des expériences en faisant varier de 25 à 35 millimètres le pas à la périphérie, sur la largeur de l'ailette, et c'est cette dernière valeur (35 millimètres) qui a été reconnue la plus favorable, tant pour absorber la totalité du travail de 20 chevaux dont on disposait que pour mettre en mouvement uniquement un cylindre d'air de même diamètre que l'hélice, sans trop de dispersion latérale. Ce dernier résultat est obtenu aussi complètement que possible; puisque les aéronautes placés sur la nacelle, à peu près dans le plan de rotation des hélices, et à une faible distance, perçoivent à peine le vent de celles-ci.

Il serait à souhaiter que des expériences méthodiques puissent être continuées sur ces premières données.

La disposition adoptée pour les hélices du *Lebaudy* sur les flancs de la nacelle présente d'assez sérieux avantages; en particulier, elles se trouvent en air libre, aussi bien devant que derrière, ce qui est favorable à l'écoulement du fluide ; leur proximité du moteur permet de les actionner au moyen d'engrenages, et, enfin, bien que, dans le ballon tel qu'il a été réalisé, leur axe ait été placé au niveau du plancher de la nacelle, c'est-à-dire assez loin verticalement du centre de poussée de l'air sur l'ensemble du ballon et de sa suspension, on conçoit qu'il sera relativement facile de les relever à la hauteur de ce centre de poussée, ce que certains aéronautes rangent parmi les *desiderata* de la navigation aérienne.

Serait-il également possible de se servir de ces hélices pour favoriser les mouvements ascensionnels, ou maintenir tout au moins l'équilibre vertical? M. Julliot a voulu se ménager les moyens d'étudier cette question et a préparé un dispositif permettant d'incliner le plan des hélices ; c'est à quoi sont destinés les engrenages à vis *b* que l'on voit sur les figures; mais nous ne croyons pas qu'il en ait été fait usage jusqu'ici.

Enfin, on peut se demander s'il suffirait de mettre une seule hélice en action, ou de mettre en marche les deux hélices en sens inverse, pour faire évoluer le ballon et changer de direction. Or l'expérience montre qu'en raison de la très faible excentricité des hélices, leur action déviatrice est également très faible et ne saurait remplacer celle du gouvernail.

Il est intéressant de comparer la force motrice dont on dispose par mètre carré de maître-couple, dans les principaux dirigeables connus; voici cette comparaison :

	Force totale — chevaux	Surface de maître-couple — mètres carrés	Force par mètre carré de maître-couple — chevaux
Ballon *la France*	9	55,4	0,16
— *Santos-Dumont*. .	16	33	0,48
— *Lebaudy*.	40	75	0,53

Le ballon de Meudon ayant pu donner $6^m 50$ de vitesse par seconde, et la vitesse, toutes choses égales d'ailleurs et dans les mêmes conditions de stabilité longitudinale, variant comme la racine cubique de la puissance développée, rapportée au mètre carré de surface résistante, on voit qu'on pouvait espérer réaliser 10 à 12 mètres de vitesse avec le nouveau dirigeable ; or, les mesures effectuées, quoique encore incomplètes, permettent d'affirmer que la vitesse a atteint 11 mètres. Ces mesures ont consisté à parcourir une base de 6 kilom. aller et retour, soit 12 kilom. au total. La durée du parcours a été de 26 minutes, le vent de 7 mètres portant presque par le travers pendant la moitié du trajet. Il convient de remarquer que ces données ne sont pas encore assez précises et que notamment les virages, où la marche se ralentit forcément, apportent une certaine incertitude sur les calculs que l'on peut faire.

Accessoires de l'arrimage et charges diverses. — Lorsque le ballon est fraîchement gonflé d'hydrogène possédant 1 164 grammes de force ascensionnelle par mètre cube, la force portante est de 2 658 kilogrammes.

Les principaux éléments du poids mort sont les suivants :

Partie aérostatique	Kilogr.	480
Plate-forme ovale.		300
Nacelle, moteur, hélices et mécanisme		800
Soit au total.	Kilogr.	1 580

Il reste donc environ 1 000 kilogr. disponibles, permettant d'enlever quatre aéronautes (300 kilogr.), 210 kilogr. d'essence représentant l'approvisionnement pour 15 heures de marche, 20 kilogr. d'eau de refroidissement, 200 kilogr. de lest et un certain nombre d'accessoires, notamment : des extincteurs, un statoscope S (fig. 11) indiquant les mouvements de montée et de descente, des manomètres M indiquant la pression du gaz dans le ballon, divers cordages et deux guide-ropes à l'avant et à l'arrière, des pieux à hélice permettant d'improviser les corps morts d'un campement rapide, etc.

La quantité de lest n'atteint 210 kilogr. qu'au début du gonflement; le ballon, s'alourdissant tous les jours, perd évidemment peu à peu de sa force portante, ce qui se chiffre par une plus faible provision de lest et par une diminution du nombre des passagers.

Disons enfin que, pour régler l'équilibre et la répartition des charges, afin que l'axe soit parfaitement horizontal, les auteurs du projet ont prévu deux petits réservoirs d'eau *pp* (fig. 2) aux deux extrémités de la plate-forme ovale. Ces deux réservoirs communiquent ensemble par le moyen d'un tuyau flexible passant par la nacelle, et sur lequel est disposée une petite pompe grâce à laquelle on peut faire passer de l'eau en quantité convenable de l'un à l'autre. On n'a pas eu à faire usage de ce dispositif qui, croyons-nous, n'a pas été maintenu.

Expériences préliminaires. — Avant de se lancer librement à l'aventure dans l'espace, les constructeurs du ballon *Lebaudy* s'étaient imposé un programme méthodique d'épreuves rigoureuses, susceptibles de vérifier la solidité de chacun des éléments de l'appareil et la stabilité de tout l'ensemble. C'est un exemple qu'on ne saurait trop proposer à l'imitation de leurs émules. La plupart des sports — et la navigation aérienne en particulier — ne sont dangereux que lorsqu'on les pratique avec témérité, et presque tous les accidents douloureux que l'on a eu à déplorer, récemment encore, sont dus à l'inconsciente imprudence de leurs malheureuses victimes.

Il est inadmissible, par exemple, que des attaches se rompent, comme il est arrivé au *Bradsky*, si l'on a eu soin de les éprouver.

L'accident du *Severo* a appelé plus spécialement l'attention des constructeurs sur les chances d'incendie, et l'on a vu plus haut combien de précautions avaient été prises, sur le *Lebaudy*, pour en écarter toutes les causes. Malgré cela, des expériences furent faites en projetant des jets violents d'hydrogène, pur ou mélangé d'air, sur toutes les parties du moteur à essence et des appareils électriques. Le résultat de ces épreuves mérite d'être relaté : on ne réussit, en aucun cas, à enflammer le gaz sur les parties les plus dangereuses du moteur (à l'allumage et à l'échappement), pas plus que sur les balais de la dynamo, même en provoquant des étincelles par des décalages intentionnels. Au contraire, l'hydrogène s'enflammait sur les plots de distribution des appareils électriques et sur les bornes des accumulateurs, qu'il est ainsi nécessaire d'isoler dans des boîtes parfaitement closes.

Ascensions. — Ce n'est qu'après avoir consacré tout le temps nécessaire, sans hâte ni fièvre, à ces préliminaires indispensables et à des ascensions captives ou au guide-rope, que l'on se décida à faire une première ascension libre ; cette ascension eut lieu le 13 novembre 1902, sous la conduite de M. Surcouf, aéronaute. Les autres passagers étaient : MM. Julliot, Ingénieur, auteur du projet, et Oberlé, mécanicien. Une des hélices ayant été faussée la veille, on dut se contenter de marcher avec le seul de ces organes qui fût en bon état, et c'est dans ce voyage que l'on put constater que, malgré l'excentricité de la propulsion, l'aéronef se dirige sensiblement en ligne droite.

Ce même jour, le ballon fit successivement quatre voyages, revenant toujours au hangar après de nombreuses évolutions, qui démontrèrent sa stabilité et la souplesse avec laquelle il obéit à la manœuvre de direction.

Nous ne nous étendrons pas sur les autres expériences effectuées au cours de l'automne, et dont l'intérêt s'efface, en partie, en face de la nouvelle série d'ascensions entreprises dès que le printemps l'a permis, après que l'hiver eut été mis à profit pour les quelques modifications jugées nécessaires, en même temps qu'on complétait les installations de l'établissement aérostatique, à Moisson.

Le nouveau gonflement a été commencé le 23 mars 1903, et une première ascension libre put avoir lieu le 1er avril. Malgré le temps capricieux qui régnait alors, on effectua des sorties les 1er, 11, 13 et 30 du même mois.

La première ne dura que 20 minutes, sur un parcours de 13 kilom. Elle avait surtout pour but de constater les effets des modifications apportées aux divers appareils. On s'exerça également aux manœuvres d'atterrissage, qui demandent une grande habitude et une habileté consommée.

Les autres sorties du mois d'avril furent d'une courte durée, variant de 16 à 30 minutes. Celle du 20 avril permit de parcourir $15^{km} 330$ en 24 minutes. La vitesse, constatée à l'anémomètre convenablement taré, a été de 38 kilom. à l'heure. C'est dans cette ascension que, pour la première fois, il fut emporté une couple de pigeons-voyageurs.

Après cette première série d'épreuves, le mauvais temps força de suspendre les expériences, qui ne furent reprises que le 8 mai, par la très belle ascension pendant laquelle le ballon *Lebaudy* est resté en l'air 1 h. 36 m., parcourant 37 kilom., double résultat qu'aucun dirigeable n'avait réalisé jusque-là.

Il tombait, tout d'abord, une pluie assez forte, qui chargea le ballon, avant le départ, de 90 kilogr. (mesurés par le lest qu'il fallut débarquer).

Digitized by Google

A 8 h. 54 m., le ballon partait néanmoins, emmenant dans sa nacelle M. Juchmès, aéronaute, et le mécanicien Rey, avec 120 kilogr. de lest seulement. Le but du voyage était Mantes, mais le parcours total comporte d'assez longs circuits, jalonnés par la plupart des villages de la région. C'est d'abord, à l'aller : Lavacourt, Saint-Martin, Dennemont, Gassicourt. Le trajet passe alors au-dessus de Mantes, en y pénétrant par le côté ouest, fait le tour de la cathédrale, écornant Limay, pour revenir ensuite, par l'hôtel de ville, jusqu'à la gare de Mantes.

Jusque-là, le ballon avait marché à peu près constamment à 800 tours ; mais, ayant gagné peu à peu l'altitude de 250 mètres, où le vent était notablement plus fort, on imprima aux hélices une vitesse de 1 000 tours pour se diriger, contre le vent, vers le château de Rosny, au-dessus duquel le ballon fit quelques évolutions, gagnant ensuite Guernes, Sandrancourt, Méricourt, Mousseaux et Moisson, où il atterrissait, à 10 h. 30 m., devant le hangar.

Par suite du séchage de l'enveloppe, lorsque la pluie eut cessé, le ballon avait atteint une altitude de 300 mètres, qui ne fut pas dépassée ; à partir de ce moment, le ventilateur dut fonctionner sans discontinuer pour maintenir la tension intérieure. La dépense de lest fut insignifiante jusqu'au moment où, le guide-rope étant saisi et solidement tenu par l'équipe du hangar, M. Juchmès, par une manœuvre

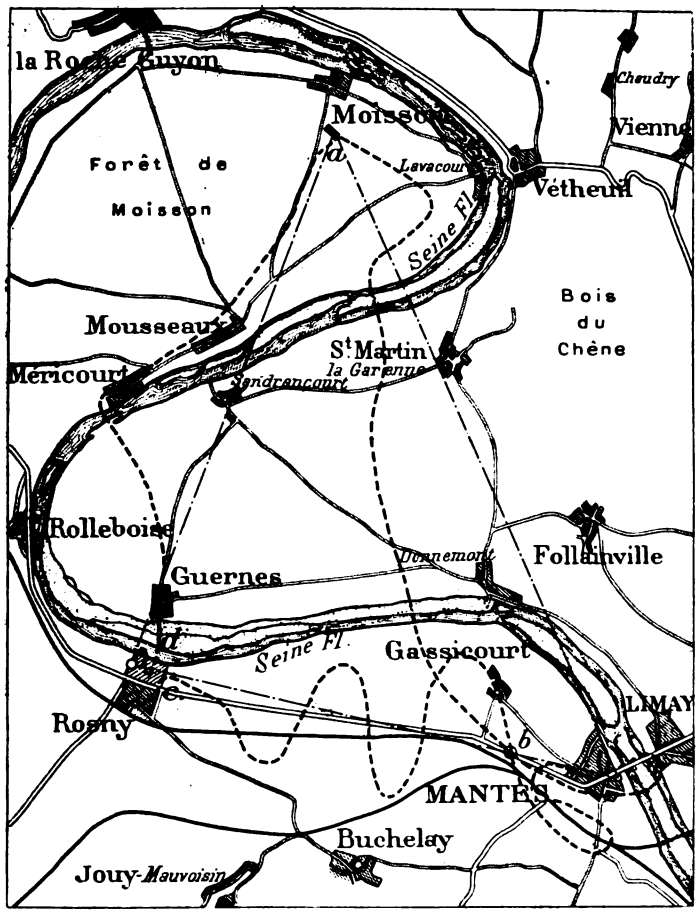


FIG. 14. — Itinéraire de l'ascension du 8 mai 1903.

qui lui est habituelle, jeta rapidement 120 kilogr. de lest afin d'arrêter la descente à une certaine hauteur et d'empêcher le ballon de venir toucher le sol.

Il était exactement 10 h. 30 m. lorsque le moteur fut arrêté.

La consommation d'essence avait été de 27 litres, soit 19 kilogr. La quantité de gaz qu'il a fallu restituer au ballon, après l'ascension, pour vider le ballonnet, a été de 205 mètres cubes, tandis que, dans les ascensions précédentes qui s'étaient maintenues à de très faibles altitudes, et où le ballonnet n'avait pas eu besoin d'intervenir, il avait suffi de 40 à 45 mètres cubes de gaz pour renflouer le ballon. La différence, soit 160 mètres cubes, représente l'air qu'il a été nécessaire d'introduire pour compenser le délestage produit par la dépense des 19 kilogr. d'essence et les 90 kilogr. d'eau de pluie évaporés, etc.

L'ascension du 8 mai est, comme on le voit, des plus intéressantes à tous égards ; mais celle qui l'a suivie, le 15 mai, sans en avoir l'ampleur, a encore permis d'utiles constatations, notamment sur la manière dont le ballon se comporte par un vent relativement fort. Il a régné, en effet, pendant toute la durée de l'expérience, un vent de 7 mètres à la seconde, soit 25^{km} 200 à l'heure (anémomètre du hangar), soufflant du S. S.-O.

Le ballon, monté par MM. Juchmès, Gourrier et Rey, partit à 8 h. 20 du matin et remonta directement le vent, pour se diriger sur le château de Rosny qu'il atteignit en 26 minutes. La distance parcourue était de 7 600 mètres, ce qui donne une vitesse relative au sol de 4^{m} 87 par seconde ou 17^{km} 500 à l'heure, et une vitesse propre de 11^{m} 750 environ, ou 42^{km} 500 à l'heure.

Le ballon s'engagea alors sur la grande allée du parc de Rosny et sur la route nationale, qui constituent une base à peu près rectiligne et d'une assez grande longueur ; cette base fut parcourue jusqu'à l'angle de la route de Gassicourt, en vue de la station de Mantes ; puis, faisant un virage très court, le ballon revint droit sur le château de Rosny qu'il dépassa pour aller virer sur des champs situés au delà du parc et revenir une dernière fois sur la pelouse. Cette partie du trajet représentait 12 kilom. parcourus en 25 minutes avec un vent de 7 mètres *par le travers*, ce qui donne, par rapport au sol, une vitesse de 8 mètres (28 à 29 kilom. à l'heure) et une vitesse propre de 10^{m} 50 à 10^{m} 60, légèrement inférieure à la vitesse appréciée de la première partie de l'ascension.

Nous avons tenu à relater tout au long cette expérience d'après le compte rendu des aéronautes eux-mêmes, pour permettre de discuter les résultats obtenus. Or, il n'est pas douteux que les trois virages que comporte le second parcours contribuent à abaisser la vitesse moyenne, et qu'il conviendrait d'ajouter de ce chef une certaine longueur à ce parcours. En outre, il est très difficile, avec le vent par le travers, de tenir très exactement la ligne droite et surtout de maintenir l'axe du ballon dans la direction de la composante, et ce sont là pourtant des conditions essentielles pour une exacte détermination de la vitesse réelle.

La fin de l'ascension du 15 mai comporte encore d'autres observations utiles. Après quelques évolutions au-dessus de Rosny, le ballon franchit la Seine au-dessus de Guernes et mit le cap sur le hangar avec vent arrière. Il prenait en même temps un assez fort mouvement de montée et M. Juchmès, désirant ne pas dépasser l'altitude de 300 mètres, mit en marche le ventilateur pour envoyer de l'air dans le ballonnet. Un fort bruit de ferraille l'avertit alors que le ventilateur était hors d'état de fonctionner et, lorsqu'on démonta cet appareil à la descente, on y trouva, en effet, une des coquilles en cuivre déchirée. N'étant plus en état de limiter commodément son altitude par le simple jeu du ballonnet, le pilote décida d'atterrir dans les champs au nord de Sandrancourt.

Il n'y avait absolument personne à terre pour saisir la corde ; M. Juchmès dut, par conséquent, laisser le ballon venir jusqu'au sol où il se posa par la pointe de sa béquille. Le vent lui a fait alors parcourir assez rapidement 200 mètres, la béquille labourant le sol, jusqu'à ce que des paysans accourus se fussent emparés des cordages. Cette sorte de traînage, subi pour éviter de dégonfler le ballon, s'est d'ailleurs accompli sans aucun danger pour les trois aéronautes et sans aucune avarie pour le matériel.

On campa le ballon sur des pieux à hélice rapidement enfoncés dans le sol, pour attendre que le yacht de MM. Lebaudy eut remorqué à proximité une péniche sur laquelle on put l'amarrer ; malgré le vent, tout cet équipage put traverser le fleuve et le ballon fut ramené au hangar.

Ces diverses manœuvres constituent d'intéressantes épreuves de transport d'un vaisseau énorme, dont le maniement et les évolutions peuvent inspirer *a priori* quelques inquiétudes, lorsqu'il est échoué à terre. Or, il faut bien compter, en navigation aérienne comme en automobilisme, avec les pannes inévitables, et se préparer les moyens de s'en tirer.

A l'arrivée au hangar, pour vider l'air du ballonnet, il fut nécessaire de remettre 82 mètres cubes de gaz dans le ballon. On put constater que l'air était à peu près également réparti dans les quatre compartiments du ballonnet.

La consommation totale d'essence est bonne à connaître : elle avait été de 27 litres, dont 20 environ pour l'ascension proprement dite, 7 litres ayant été consommés pour les essais de vérification du ventilateur après l'atterrissage.

Les deux ascensions du 8 et du 15 mai sont capitales, et nous ne mentionnerons que pour mémoire celle du 22 mai qui constitue la huitième sortie du ballon en 1903, la quatorzième du ballon, si l'on y ajoute celles de l'automne dernier.

Ce grand nombre de voyages au cours desquels les machines ont fonctionné avec une parfaite régularité, où l'appareil aérostatique a toujours montré une remarquable stabilité, suffit à classer le ballon *Lebaudy* et à consacrer sa réussite.

Dès à présent, il est le premier dirigeable qui ait parcouru 37 kilom. d'une seule traite, les voyages du ballon *la France* et des *Santos-Dumont* n'ayant pas dépassé 21 à 22 kilom. Enfin, il semble bien établi que la vitesse atteint 11 mètres par seconde, alors que le *desideratum* de la plupart des gens compétents est une vitesse de 12^{m} 50 à 13 mètres, et l'on voit que l'écart n'est plus bien grand.

On est heureux, après tant de tentatives vaines ou incomplètement satisfaisantes, d'avoir à enregistrer ce succès qui ouvre la voie à des combinaisons nouvelles, et constitue un progrès réel dans cette science de l'aéronautique qui en est encore à ses débuts.

Lieut.-Colonel G. ESPITALLIER.

Digitized by Google

CHIMIE INDUSTRIELLE

FABRIQUE DE CELLULOSE ET DE PAPIER

à Rumford Falls (États-Unis).

(Planche VII.)

Une importante usine, destinée à produire 200 tonnes de papier par jour, a été construite à Rumford Falls, au bord de la rivière Androscoggin, par l'Oxford Paper C°, et mise récemment en service avec quatre machines à fabriquer le papier. Les projets comportent l'établissement de neuf de ces machines.

La cellulose est obtenue par les deux procédés usuels, au sulfite de calcium et à la soude caustique ; le premier a l'avantage de donner une pâte plus solide, mais moins fine que celui à la soude. L'emploi simultané de ces deux méthodes de fabrication permet, de plus, l'utilisation de plusieurs essences de bois, car le procédé à la soude s'applique de préférence au bois de peuplier, et le procédé au sulfite au sapin. Il en résulte que des machines spéciales, dans l'atelier de préparation du bois, sont affectées à chaque essence. Le bois pulvérisé, ou défibré, est alors dirigé vers les deux fabriques de cellulose, et traité soit au sulfite, soit à la soude, pour être converti en pâte à papier.

Les figures 1 à 3 (pl. VII), empruntées à l'*Engineering Record*, permettent de se rendre compte du type de construction, en briques, avec soubassement de granit, adopté pour l'usine. Les vingt-cinq bâtiments déjà édifiés couvrent 410 000 pieds carrés, soit environ 38 000 mètres carrés. Les aménagements de chaque service ont été étudiés pour donner les meilleures conditions d'exploitation, et un service complet d'incendie est établi dans toute l'usine.

La force motrice est principalement hydraulique, mais les machines à papier *u* sont mues par la vapeur; elles reçoivent chacune leur mouvement d'une machine Corliss *v* (fig. 5, pl. VII) de 250 chevaux, avec transmissions par courroies.

La puissance de l'installation à vapeur correspond à 5 000 chevaux; la vapeur à haute pression alimente les moteurs et les chaudières de la fabrique de cellulose. La batterie I (fig. 5, pl. VII) de chaudières aquatubulaires Stirling est composée d'unités de 500 chevaux, avec un tirage mécanique entretenu par deux ventilateurs Sturtevant. La manutention du charbon et des cendres est entièrement mécanique. Une batterie auxiliaire de chaudières K, dont la puissance correspond à 150 chevaux, alimente en vapeur tout l'atelier de la soude. L'eau nécessaire aux chaudières et à la canalisation de secours contre l'incendie est prise dans la rivière par des pompes centrifuges, et filtrée en partie.

L'énergie hydraulique, empruntée au cours d'eau, est utilisée dans cinq turbines, situées au rez-de-chaussée de l'atelier N (fig. 5, pl. VII, et fig. 1 du texte). Les machines de cette salle, qui renferme notamment les appareils destinés à diviser, épurer et malaxer la pâte à

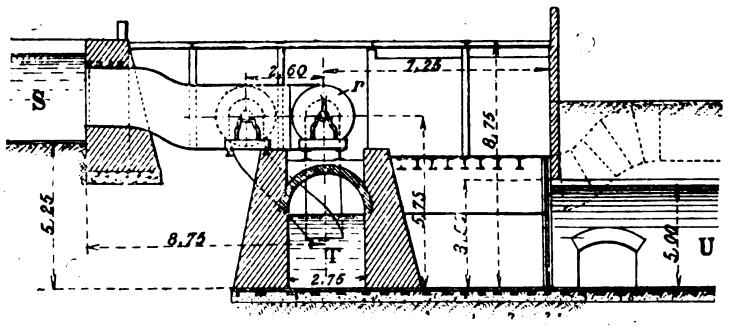


FIG. 1. — Coupe en avant d'une turbine.

papier (*piles défileuses et raffineuses*), sont actionnées par les deux turbines doubles placées au milieu; la turbine double *z* commande les machines de la fabrique de cellulose au sulfite C C_1 C_2, tandis que celle de gauche *n* est employée pour la blanchisserie L_3, les épurateurs L_2 et la fabrique de cellulose à la soude L (fig. 5, pl. VII).

La cinquième turbine, qui est simple et de moindre puissance, commande deux génératrices de 100 kilowatts, installées dans l'atelier N. Ces dynamos servent à l'éclairage et à la commande des transporteurs et des élévateurs.

La sixième turbine *w* est double et actionne, dans l'atelier R, les machines à calandrer et à découper le papier.

L'écoulement des turbines est rejeté à la rivière par des aqueducs collecteurs T (fig. 1).

MARCHE DE LA FABRICATION. — L'atelier de rabotage du bois est représenté en détail dans les figures 1, 2 et 3 (pl. VII). Les bois sont réunis dans le parc A, puis chargés sur le transporteur *a* qui les amène à une table à rouleaux *b*, au bout de laquelle une scie les débite en morceaux de 1 mètre de longueur environ; puis ils vont, par les transporteurs c_1, c_2, c_3, aux machines à écorcer, à refendre et à raboter *e*. Les écorceurs sont formés d'une série de couteaux disposés radialement sur un disque et tournant avec rapidité; on leur présente le bloc de bois qu'on fait tourner peu à peu autour de son axe, pour le dépouiller sur tout son périmètre. Les raboteuses donnent des copeaux qui sont réduits en miettes par des broyeurs, et envoyés, au moyen des chaînes à godets g, g_1, aux nettoyeurs *f*, *h*. Les nettoyeurs sont des cylindres rotatifs pourvus d'un treillis en fil de fer qui arrête les morceaux trop gros; ceux-ci sont renvoyés aux chaudières K par le transporteur *k*, et brûlés.

Une partie des machines, comme nous l'avons dit, travaillent le peuplier et les autres le sapin.

Une machine Corliss de 20 chevaux actionne tout l'atelier de rabotage; sa chaudière Stirling est chauffée par les déchets de bois.

Le procédé à la soude consiste à extraire la cellulose, pour en faire du papier ou du carton, en lessivant le bois avec une solution de soude caustique dans des chaudières chauffées à la vapeur.

L'atelier L_1 renferme sept chaudières, contenant chacune 5 tonnes de pâte. Leur diamètre est de 2m 70 et leur hauteur totale de 12m 80. On les remplit avec du bois pulvérisé, on y fait arriver la lessive de soude des bassins *l* et on y envoie de la vapeur à 8 atmosphères.

La cuisson dure 8 à 10 heures. Quand elle est terminée, on transvase le contenu, par la pression de la vapeur, dans une des cuves *m* de l'atelier L_2.

On sépare ensuite la pâte du liquide où elle baigne, et notamment de la sève que le bois a abandonnée.

Deux batteries, de six cuves chacune, servent à cette opération. Le liquide s'écoule par la partie inférieure et la pâte reste à l'étage supérieur; ce liquide est traité ultérieurement pour la récupération de la soude. On envoie ensuite de l'eau filtrée pour bien laver la pâte et lui enlever toute la soude.

Le procédé au sulfite, pratiqué dans les ateliers C, D, E, etc. (fig. 5, pl. VII), donne du papier plus solide que le précédent. Les ateliers de cette partie de l'usine sont pourvus d'une charpente en bois, en raison des émanations sulfureuses. L'atelier C_1 sert à la préparation de l'acide sulfureux, au moyen du soufre du dépôt C, qu'on brûle dans sept fours. Les vapeurs sulfureuses sont condensées dans un appareil à circulation d'eau, et amenées à un appareil d'absorption à triple effet, contenant un lait de chaux. La solution sulfureuse est pompée dans les réservoirs de la salle E_1 et dans les chaudières à sulfite *f* de l'atelier C_2. Le lait de chaux nécessaire est préparé dans la salle située au-dessus de l'appareil d'absorption. Le reste du procédé est analogue au procédé à la soude, mais les chaudières, en tôle d'acier, sont ici plus grandes (4m 90 de diamètre).

L'opération est suivie d'un lavage de la pâte à l'eau pure et d'une récupération de l'acide dans des appareils Drewsen.

Les pompes pour les liquides acides sont en bronze.

La demi-pâte obtenue par l'un quelconque des procédés que nous venons d'indiquer, après avoir été bien lavée, est envoyée sur un tamis qui arrête toutes les parties grossières; celles-ci servent à faire du papier d'emballage. La pâte fine est envoyée au blanchiment.

La blanchisserie L_3 contient sept appareils Cloudman, à quatre corps, dans lesquels la pâte est animée d'un mouvement continuel. La lessive est envoyée, à des concentrations graduées, par la partie supérieure de chaque cuve. La pâte est ensuite rejetée par une pompe centrifuge dans les cuves à sécher (fig. 5, pl. VII) de l'atelier N. Ces cuves sont construites en ciment armé; leur diamètre est de 4 mètres.

Les épurateurs O_2 sont des fosses découvertes et maçonnées, d'où le liquide de blanchiment s'écoule dans les fosses O_1, avant de retourner à l'atelier L_3.

La pâte, au contraire, va aux réservoirs s_1; elle est remontée, par des pompes, aux cuves placées au-dessus des douze piles, et arrive à celles-ci par écoulement naturel.

Les piles sont de grandes cuves elliptiques en fer, avec des cylindres malaxeurs de type ordinaire, dans lesquelles la pâte est raffinée, colorée, et additionnée de colle, s'il y a lieu. D'autres piles raffineuses Marshall prennent ensuite cette pâte, qui arrive enfin aux quatre machines à papier *u*, u_1, u_2, u_3, placées dans les ateliers P et P_1 (fig. 5, pl. VII). La plus grande de ces machines fabrique du papier de 140 pouces (3m 50) de largeur. Après calandrage et division en rouleaux de longueur uniforme, le papier est emmagasiné et prêt pour l'expédition.

L'usine est desservie par les deux grandes lignes du « Portland and Rumford Falls Railroad » et du « Rumford Falls and Rangeley Lakes Railroad », qui lui donnent toute facilité pour l'expédition de ses produits.

Digitized by Google

INDUSTRIES TEXTILES

PROTECTION CONTRE LE SAUT DE LA NAVETTE

dans les métiers à tisser.

Les ouvriers qui travaillent dans les tissages mécaniques, soit aux métiers à tisser eux-mêmes, soit dans leur voisinage, sont exposés à des blessures résultant de ce que la navette saute parfois hors du métier et, lancée avec force, peut rencontrer quelqu'un sur sa trajectoire.

Afin que l'on comprenne facilement comment ces accidents peuvent se produire, nous rappellerons sommairement ce qu'est un métier à tisser.

Un tissu est le résultat de l'entrecroisement de deux séries perpendiculaires de fils : l'une, longitudinale, appelée *chaine* ; l'autre, transversale, appelée *trame*.

Le métier à tisser a pour rôle de croiser la trame et la chaîne,

Les fils parallèles de la chaîne se déroulent d'un cylindre appelé *ensouple*, placé à l'arrière du métier, et s'enroulent sur un autre cylindre, appelé également *ensouple* et placé à l'avant du métier.

Au cours de ce trajet, chaque fil vient passer dans un petit anneau ou maillon qu'une ficelle, appelée *lisse*, permet de soulever ou d'abaisser automatiquement, de manière à soulever ou abaisser, en même temps, le fil de chaîne correspondant.

Au moyen d'un dispositif spécial, tous les fils pairs sont soulevés et, simultanément, tous les fils impairs abaissés (nous nous plaçons dans l'hypothèse du mode de tissage le plus simple, celui qu'on appelle *l'armure toile*). On détermine ainsi un angle formé par ces deux nappes de fils et l'on fait passer dans cet angle, perpendiculairement aux fils de chaîne, un fil de trame.

On abaisse ensuite les fils pairs pendant qu'on soulève les fils impairs, formant ainsi un entrelacement dans lequel se trouve serrée la partie de trame ou *duite*, qui vient de passer, et déterminant un nouvel angle dans lequel on lance, de nouveau, le fil de trame, et ainsi de suite.

Pour lancer la trame à travers la chaîne, on emploie la *navette*.

Une navette (fig. 1) est une sorte de petit chariot allongé, à l'intérieur duquel est fixée la *canette* ou *bobine de trame*. L'extrémité du fil sort de la navette par un petit orifice latéral.

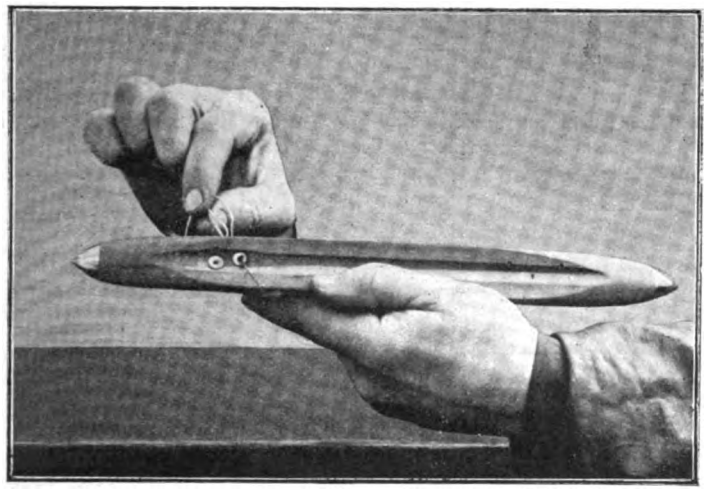


FIG. 1. — Navette de tisserand.

Les deux extrémités de la navette sont effilées, pour lui permettre de pénétrer plus facilement dans les fils de chaîne ; les pointes sont généralement garnies en métal, pour compenser la diminution de solidité des extrémités.

La navette, montée parfois sur galets, est animée d'un mouvement alternatif et rapide de va-et-vient sur toute la largeur du métier. L'impulsion lui est donnée, aux deux extrémités de sa course, par des leviers mobiles appelés *chasse-navettes*.

De plus, elle est guidée dans sa course par une sorte de râteau vertical, appelé *peigne*, dont les dents maintiennent le parallélisme des fils de chaîne, et qui, monté dans un cadre articulé nommé *battant*, s'écarte lors du passage de la navette et se rapproche ensuite de la partie déjà tissée pour frapper ou *battre* la duite, la serrer dans l'angle de la chaîne. La traverse inférieure du battant, au-dessus de laquelle passe toute la nappe des fils de chaîne, sert en même temps de chemin de roulement ou de glissement à la navette, suivant que celle-ci est ou non munie de galets.

La succession des divers mouvements transmis aux fils de chaîne, alternativement soulevés ou baissés, au battant porte-peigne et à la navette, doit être d'autant mieux réglée que la vitesse du métier est plus accélérée, sous peine de produire des chocs, des heurts, qui peuvent occasionner des dégâts matériels et des accidents de personnes, en projetant la navette hors de sa voie.

Les accidents les plus fréquents qui se produisent dans les métiers à tisser sont occasionnés, en effet, par le saut de la navette hors de son chemin normal et par la projection de cette navette dans l'atelier. Si, dans sa trajectoire, elle rencontre un ouvrier ; si elle l'atteint au visage, et principalement aux yeux, il peut en résulter une assez grave blessure, surtout avec des navettes lourdes et animées d'une grande vitesse.

Les circonstances qui peuvent amener la navette à dévier de sa route et à sauter sont assez nombreuses : la nature du tissu façonné un obstacle rencontré en chemin, du fait de fils rompus ou mal dirigés ; un mauvais réglage du métier, etc. La fréquence des sauts augmente avec la vitesse de la navette ; elle est plus grande aussi dans les métiers à plusieurs navettes, à boîtes montantes ou à revolver, que dans les métiers à une seule navette.

Les appareils qui ont pour but d'éviter les accidents pouvant résulter du saut de la navette sont de deux sortes.

Les uns ne s'opposent pas au saut de la navette, mais doivent arrêter celle-ci dans sa course, avant qu'elle puisse rencontrer un ouvrier. Ce sont les *pare-navettes*.

Les autres ont pour mission d'empêcher la navette de sauter hors du métier. Ce sont les *garde-navettes* ou *guide-navettes*.

PARE-NAVETTES. — Les pare-navettes se composent généralement soit d'un panneau en bois, soit, de préférence, d'un treillis en cordage ou en grillage métallique, maintenu par un cadre extérieur. La navette, rencontrant ce panneau ou ce treillis, est arrêtée dans son mouvement.

Ces pare-navettes sont disposés, suivant les circonstances, d'un seul

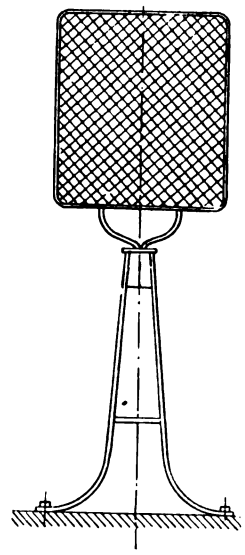


FIG. 2. — Pare-navette fixé au sol.

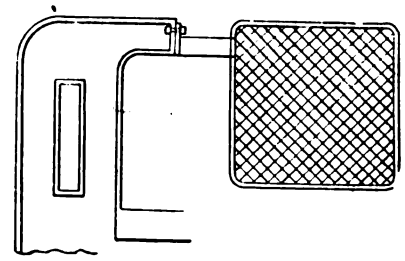


FIG. 3. — Pare-navette fixé au métier.

côté du métier ou des deux côtés à la fois. Tantôt, ils sont supportés par une tige verticale prenant appui sur le sol (fig. 2) ; tantôt ils sont suspendus au plafond ou à une charpente, avec une certaine liberté d'oscillation, en vue d'amortir et d'éteindre le choc de la navette ; tantôt ils sont fixés au bâti du métier (fig. 3).

GARDE-NAVETTES. — De très nombreux systèmes de garde-navettes ont été proposés et essayés. Nous décrirons seulement ceux qui, au point de vue pratique, ont donné les résultats les moins imparfaits.

Garde-navette Sconfietti. — Le garde-navette de M. Sconfietti, qui a été récompensé au Concours ouvert par le Gouvernement italien en 1895 pour la création d'un bon système de garde-navette, a pour principe d'empêcher le saut de la navette et de forcer celle-ci à ne pas s'écarter de sa route, si une cause quelconque tendait à l'en éloigner.

Il est représenté par les figures 4, 5 et 6.

La figure 4 est la vue de face d'un battant muni du garde-navette. La figure 5 en montre la coupe, au moment où la chaîne est ouverte et le garde-navette relevé dans sa position d'équilibre. Enfin, la figure 6 représente le battant dans la même situation que précédemment, le garde-navette étant rabattu dans sa position de marche.

L'appareil est construit en fonte malléable.

Sur une règle *b*, retenue par des supports *f* fixés au chapeau du battant, sont fixés des guides *a*. Les intervalles *s* qui séparent ces guides sont un peu inférieurs à une demi-longueur de navette.

Les guides sont en nombre suffisant pour que l'intervalle *s*, entre les guides extrêmes et les oreillettes des boîtes, soit également inférieur à cette demi-longueur.

Des vis *t* arrêtent la règle *b* dans les supports *f* et permettent de la déplacer dans le sens de la largeur du métier, afin que, pendant la marche, aucun des guides ne rencontre les vis surélevées des *templets*. Les supports *f* peuvent glisser verticalement dans les coulisses *g* de leurs plaques d'appui. On peut ainsi régler la hauteur des guides et faire en sorte qu'au moment où le peigne vient serrer le tissu, ces

Digitized by Google

guides soient encore à quelques millimètres au-dessus des templets et ne touchent pas l'étoffe.

Les plaques d'appui *g* sont encastrées dans le bois du chapeau A et

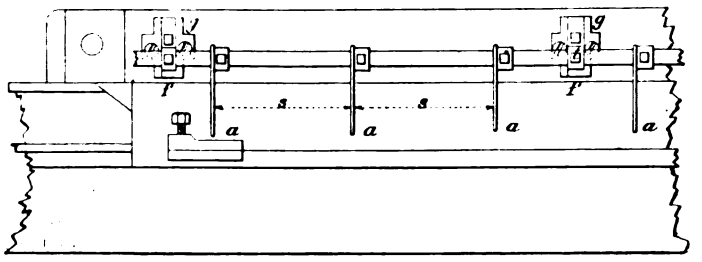


Fig. 4. — Vue de face.

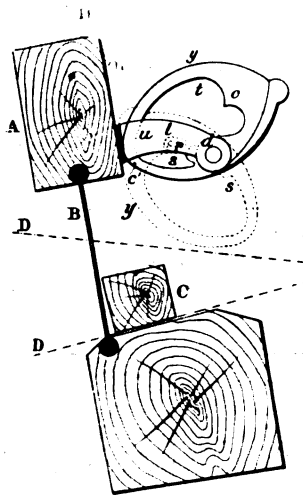


Fig. 5. — Position pour le rentrage au peigne.

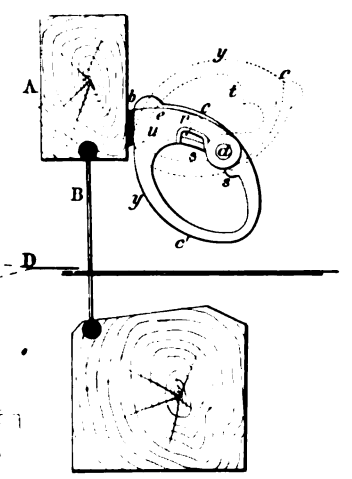


Fig. 6. — Position pendant la marche.

Fig. 4 à 6. — Garde-navette L. Sconfietti.

retenues par des vis qui se fixent à peu près au milieu du chapeau, pour que la règle *b* ne descende jamais au-dessous du bord inférieur du chapeau.

Le guide *a* se compose d'une sorte d'anneau *cc* mobile autour d'un axe *d*. Celui-ci est porté par le bras *e*, fixé lui-même à la règle *b*.

Le guide mobile *cc'* peut avoir des profils différents de celui qu'indiquent les figures 5 et 6, mais, quelle que soit sa forme, la paroi *y*, tournée du côté de la châsse (fig. 6), doit être découpée suivant un arc de cercle dont le centre correspond au pivot *d*.

Cette partie *y* constitue le véritable guide et empêche le saut de la navette. La partie mobile *cc'* peut pivoter d'avant en arrière, comme le montre la figure 5, mais non dans l'autre sens, car elle est retenue par un taquet *r*, contre lequel elle vient buter quand elle est complètement baissée à la position de sûreté (fig. 6).

Le talon *c*, qui est renforcé, forme contrepoids pour que le guide garde toujours sa position normale de sûreté, et la reprenne s'il a été déplacé. Le guide *cc'* peut, quand on l'a relevé complètement dans la position d'arrêt (fig. 5), rester dans cette situation. Mais, la forme et le poids de l'anneau sont tels, qu'au premier coup de battant, cet anneau retombe de lui-même à sa position de sûreté.

Une fois les guides ainsi replacés dans leur position normale, ils n'en bougent plus, quelles que soient les vibrations du métier, grâce au contrepoids, ainsi qu'à la petite saillie angulaire *t* de la pièce mobile *c*, qui pénètre dans la cavité *u* du bras *e*.

Avec ce garde-navette, l'ouvrier peut faire, sans gêne et sans danger, toutes les manipulations que nécessite le travail.

Pour enlever la navette, l'ouvrier agit comme à l'ordinaire. Si la navette est engagée sous un guide, il peut soulever ce guide, qui laisse alors passer la navette.

Pour introduire la navette, l'ouvrier n'a qu'à la pousser comme s'il n'y avait pas de guides, car si elle en heurte un ou plusieurs, ceux-ci se soulèvent et retombent aussitôt après dans leur position normale.

Le rentrage des fils n'offre rien de particulier quand les fils à rentrer sont dans un espace libre entre deux guides. Si le fil se trouve cassé au droit d'un guide, l'ouvrier soulève ce guide avec la main par le mouvement même qu'il fait pour remettre le fil. Ce guide reste soulevé dans sa position d'équilibre tout le temps que dure l'opération et, au premier coup de battant, il retombe de lui même.

Pour enlever les duites du tissu, l'ouvrier soulève les guides, sans précautions spéciales, et ceux-ci retombent ensuite dès que le métier est remis en route.

Pendant le travail, l'ouvrier peut librement nettoyer le tissu avec les ciseaux et faire toutes les manœuvres ordinaires sans se blesser, à cause de la forme circulaire et de la grande mobilité des guides. La paroi de ces guides est, d'ailleurs, arrondie.

La navette, quel que soit l'obstacle qui tend à la faire sauter, est toujours maintenue sur le *seuillet* de la châsse et forcée de rentrer dans les boîtes.

En effet, si, par suite de fils rompus ou pour toute autre cause, la navette tend à être projetée hors du métier, elle vient buter contre un des guides et ceux-ci la forcent à suivre sa route le long du peigne et à rentrer dans les boîtes.

En heurtant les guides, la navette est rejetée assez violemment contre le peigne qui, s'il est mobile, s'écarte et arrête le métier. S'il est fixe, la navette qui, par suite de ces chocs, a perdu de sa vitesse, entre en retard dans la boîte et le métier s'arrête également.

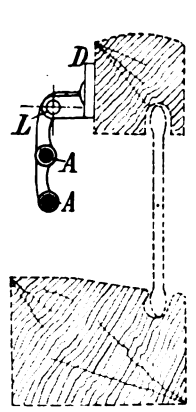


Fig. 8.

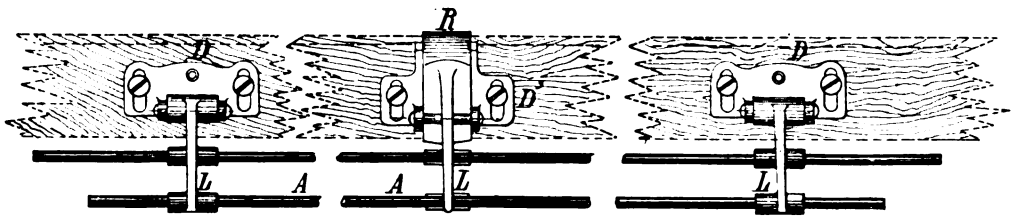


Fig. 7. — Vue de face, pendant la marche du métier.

Fig. 8. — Support D pendant la marche.

Fig. 9. — Support D' pendant la marche.

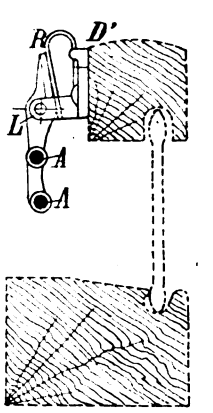


Fig. 9.

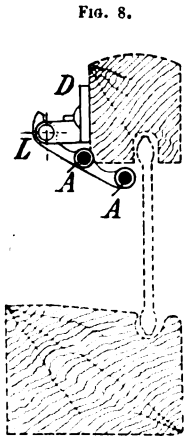


Fig. 11.

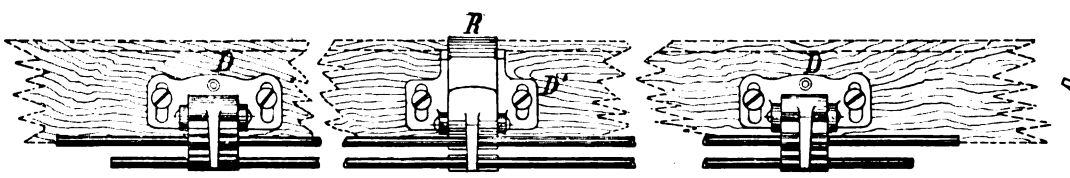


Fig. 10. — Vue de face pendant le rentrage au peigne.

Fig. 11. — Support D pendant le rentrage au peigne.

Fig. 12. — Support D' pendant le rentrage au peigne.

Fig. 7 à 12. — Garde-navette, système Hurst.

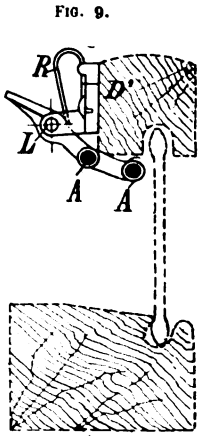


Fig. 12.

Garde-navette Hurst — Le garde-navette créé par M. Hurst, directeur du tissage de la Petite-Raon, chez MM. Vincent, Ponnier et Cie, se compose (fig. 7 à 12) de deux tringles horizontales AA de

Digitized by Google

6 millimètres de diamètre, montées sur les leviers LL. Ceux-ci sont articulés, par des axes de rotation, sur les supports DD' et leur extrémité supérieure forme butoir, pour limiter l'amplitude de leur mouvement. La tringle supérieure, plus longue que la tringle inférieure, passe au-dessus des vis des templets. Un ressort à lame R, disposé contre le support médian, sert à maintenir l'appareil dans la position convenable. Le garde-navette se fixe au chapeau du battant et les supports sont à coulisse pour permettre le réglage.

Lorsque l'ouvrier veut changer la navette, rentrer les fils, détisser, etc., il lui suffit, en plaçant la main sur le chapeau du battant, d'exercer une légère pression avec le pouce sur l'une des tringles. L'appareil se rabat sous le chapeau du battant, et reste dans cette position pendant tout l'arrêt du métier (fig. 10 à 12). Dès que celui-ci se remet en marche, au premier coup de battant, le garde-navette reprend de lui-même sa position première (fig. 7 à 9).

Garde-navette Geo. Kraemer. — M. Geo. Kraemer, Ingénieur, à Augsbourg, est l'inventeur d'un garde-navette très simple et peu coûteux.

Il se compose (fig. 13 à 16) de deux supports en fonte AA, fixés par des vis au chapeau du peigne. Ces supports présentent intérieurement une coulisse inclinée S, à la partie supérieure de laquelle est ménagé un palier horizontal C. L'organe qui doit s'opposer au saut de la navette est constitué, non plus par des anneaux-guides ou par deux tringles rondes, mais par une règle plate en bois, D, d'environ 40 millimètres de largeur et 8 millimètres d'épaisseur. Elle se termine, à ses deux extrémités, par des parties métalliques moins larges MM, qui s'engagent dans les coulisses des deux supports.

Pendant la marche du métier, la règle D repose sur la partie inférieure des coulisses et s'oppose à la sortie de la navette. Pour changer celle-ci, rentrer des fils, etc., l'ouvrier soulève la règle D, la fait reposer sur le palier d'arrêt C et exécute, sans être gêné, l'opération qu'il doit faire (fig. 14). Au premier coup de battant, la règle reprend d'elle-même sa position première au bas de la coulisse (fig. 16) et la protection de la navette est assurée de nouveau.

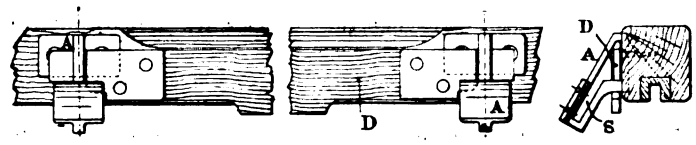


Fig. 13 et 14. — Garde-navette relevé.

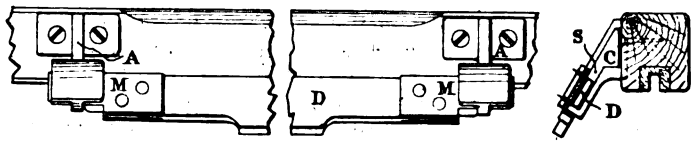


Fig. 15 et 16. — Garde-navette pendant la marche.

Fig. 13 à 16. — Garde-navette Geo. Kraemer.

Pour éviter le saut de la navette aux extrémités de l'appareil, on peut, comme l'a fait M. Kaeppelin, allonger la planchette d'une manière qui permette à l'ouvrier de passer les doigts sur les templets sans s'exposer à être blessé par les extrémités de cette planchette.

Henri Mamy,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Directeur de l'Association des Industriels de France contre les Accidents du travail.

(A suivre.)

JURISPRUDENCE

DE LA RÉPARTITION DES RESPONSABILITÉS
entre architectes et entrepreneurs.

Il résulte des articles 1792 et 2270 du Code civil que, lorsqu'un édifice périt, en tout ou en partie, par le vice de la construction, même par le vice du sol, les architecte et entrepreneur en sont responsables pendant dix ans.

Cette disposition paraît unir et lier ensemble la responsabilité de l'architecte et celle de l'entrepreneur, comme si elles devaient être retenues à titre conjoint et solidaire dans toutes les circonstances.

Mais la jurisprudence a plus exactement déterminé chacune de ces responsabilités, tant pour les travaux particuliers qu'en matière de travaux publics.

Si les malfaçons proviennent d'un vice du plan, l'architecte seul doit en supporter les conséquences, parce que la confection des plans est son œuvre propre et exclusive (Conseil d'État, 13 juin 1890, 23 janvier 1891, 5 juin 1891, *Sirey*, 1893-3-61).

Si, au contraire, les malfaçons proviennent d'une mauvaise exécution de l'ouvrage, la responsabilité de l'entrepreneur est seule en jeu.

Voici, en ce sens, un arrêt du Conseil d'État, en date du 17 décembre 1897 (*Sirey*, 1899-3-110) :

Le Conseil d'État;

Considérant que, pour condamner le sieur L..., architecte, chargé de la direction de la construction de l'asile de vieillards d'E..., à garantir jusqu'à concurrence de 4 500 francs le sieur F... des condamnations prononcées contre lui à raison des défectuosités du calorifère dont il avait l'entreprise, le Conseil de préfecture s'est fondé sur l'insuffisance des plans et des devis, et sur ce que l'architecte n'aurait exercé aucune surveillance sur les travaux;

Considérant qu'aucun vice de plan ne peut être relevé contre l'architecte; qu'il résulte, au contraire, de l'instruction, notamment du rapport des experts, que les plans dressés par lui étaient bien conçus, et qu'ils contenaient toutes les indications nécessaires sur l'emplacement du calorifère, des tuyaux, des bouches de chaleur, et sur le nombre et le cube des pièces à chauffer; qu'en admettant que l'architecte ait exercé une surveillance insuffisante sur les travaux, il n'appartient qu'au bureau de bienfaisance, maître de l'ouvrage, de lui en faire grief; qu'enfin, le mauvais fonctionnement de l'appareil n'est dû qu'à l'inexpérience de l'entrepreneur et à la mauvaise exécution des travaux; qu'il suit de là, que le sieur F... doit être rendu responsable des défectuosités de l'appareil par lui construit, et que le sieur L... est fondé à soutenir que le Conseil de préfecture l'a à tort condamné à indemniser l'entrepreneur jusqu'à concurrence de 4 500 francs; qu'il y a lieu, dès lors, de décider que le sieur F... remboursera au sieur L..., d'une part, la somme de 4 500 francs, et d'autre part, celle de 93 fr. 80, mise à sa charge et qu'il justifie avoir payée...

On peut consulter dans le même sens un arrêt du Conseil d'État, du 13 décembre 1889 (*Sirey*, 1892-3-31).

Au cas où les malfaçons sont dues à la fois à des vices du plan et à une exécution défectueuse, la responsabilité est partagée entre l'architecte et l'entrepreneur, dans la proportion qui semble équitable au juge (Conseil d'État, 24 avril 1896, *Sirey*, 1898-3-63).

Les architectes et entrepreneurs, dont la responsabilité se trouve ainsi engagée, ne peuvent invoquer pour excuse ni le fait d'avoir prévenu le propriétaire des vices du sol ou des dangers de la construction, ni même la circonstance que la construction aurait été faite sur un plan présenté par le propriétaire, d'après ses indications et avec des matériaux par lui fournis. C'est, qu'en effet, la responsabilité dont il s'agit, se rattache à des considérations d'ordre public et qu'elle doit toujours avoir les mêmes conséquences. Toutefois, il a été jugé par la Cour de cassation, le 1er décembre 1868, que, dans cette hypothèse, la responsabilité peut et doit, pour le cas du moins où le marché n'a pas eu lieu à forfait, se partager entre le propriétaire et l'architecte ou l'entrepreneur (*Sirey*, 1869-1-97).

Lorsque la ruine totale ou partielle de l'édifice n'est pas imputable à un vice de plan, mais à un défaut de surveillance des travaux exécutés par l'entrepreneur, la responsabilité de l'architecte consiste uniquement en une réduction d'honoraires, à moins que l'entrepreneur ne soit insolvable, auquel cas la responsabilité de l'architecte se traduirait par une condamnation directe à la réparation du dommage causé par les malfaçons : ce qui revient à dire que le défaut de surveillance crée à la charge de l'architecte une responsabilité subsidiaire, dans les termes de l'obligation qui incombe à la caution par rapport au débiteur principal (Conseil d'État, 13 juin 1890, *Sirey*, 1892-3-117).

Enfin, si les architectes ou entrepreneurs peuvent faire la preuve que la destruction de l'édifice provient d'un cas fortuit ou d'un événement de force majeure, exclusif de toute idée de faute de leur part, ils sont déchargés de toute responsabilité (Conseil d'État, 23 janvier 1891, *Sirey*, 1893-3-10).

Louis Rachou,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

VARIÉTÉS

Tirefonds Lakhovsky
pour les traverses de chemins de fer.

Le plus grand souci des Compagnies de chemins de fer est d'arriver à rendre impossible l'écartement et l'arrachement des rails, et à retarder la mise au rebut des traverses de la voie. Les tirefonds imaginés par M. Georges Lakhovsky sont destinés à remplir ce double but.

Le modèle du tirefond diffère selon le type de voie auquel il s'adapte.

Tirefond pour rail à coussinet. — Ce tirefond se compose de trois parties (fig. 1) :

1° Un écrou cylindrique A, muni, à sa partie supérieure, d'encoches

Digitized by Google

dans lesquelles viennent s'engager les tenons, formant rotules, de lamelles en dents de scie B, formant au-dessus de l'écrou, un cylindre à redans M, quand elles sont redressées;

2° Un tirefond proprement dit C, dont la partie inférieure est filetée et se visse dans l'écrou A;

3° Une gaine métallique D, portant un gros filetage extérieurement; dans cette gaine passe librement le tirefond qui est ainsi protégé contre les chocs; la partie inférieure est de forme tronconique.

La pose se fait de la façon suivante : le trou est foré dans la traverse neuve, ou agrandi dans la traverse usagée, au diamètre de l'écrou A; on y descend celui-ci armé de ses ailettes qui se redressent naturellement, et on visse la gaine D jusqu'à ce que sa tête vienne araser la

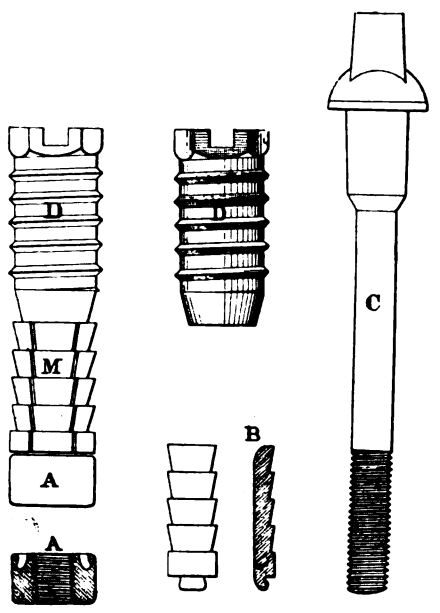


Fig. 1. — Détail des pièces du tirefond.

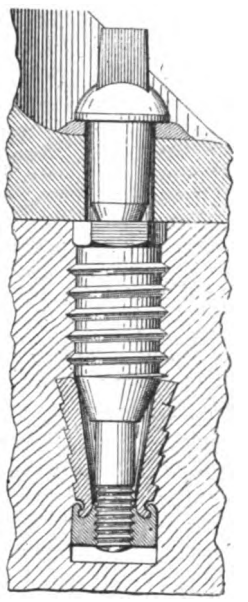


Fig. 2. — Tirefond mis en place.

partie supérieure de la traverse. Dans ce mouvement, la partie tronconique écarte les ailettes, et les fait pénétrer dans le bois, où elles se coincent fortement. On place ensuite le coussinet, on descend et on visse le tirefond C sur l'écrou A; celui-ci remonte un peu, et, en poussant les ailettes sur la partie tronconique de D, augmente encore l'écartement et le coincement des ailettes, jusqu'au moment où la

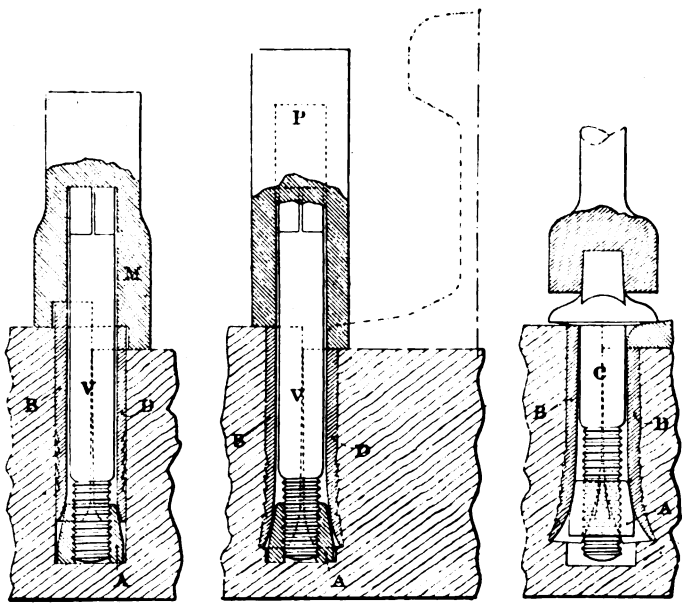


Fig. 3 à 5. — Tirefond pour rail à patin.

résistance des fibres à la compression égale l'effort auquel on soumet le tirefond fonctionnant comme tirant.

Lorsqu'il est posé, l'aspect du tirefond est tel que l'indique la figure 2.

Tirefond pour rail à patin. — Ce tirefond se compose de quatre parties :

1° Un écrou A dont la partie inférieure est cylindrique, et dont la partie supérieure, tronconique, porte extérieurement deux tenons diamétralement opposés (fig. 3 et 5);

2° Un tirefond proprement dit C (fig. 5), dont la partie inférieure filetée se visse sur l'écrou A;

3° et 4° Deux demi-cylindres B, D (fig. 3) de longueurs inégales et munis de redans extérieurs; ces demi-cylindres entourent le tirefond et s'appuient sur la partie tronconique de A, de part et d'autre des deux tenons.

Pour faire la pose, on fore, dans la traverse neuve, ou on agrandit, dans la traverse détériorée, un trou à un diamètre un peu plus petit que celui de la partie cylindrique de l'écrou A; on monte l'écrou A et les pièces B et D sur un même vissoir V (fig. 3), et on fait entrer le tout au moyen d'une clef à douille très robuste M qui coiffe le vissoir et les demi-cylindres, et sur laquelle on frappe à coups de marteau, de façon à faire descendre A jusqu'au fond du trou (fig. 3). On remplace la clef à douille par une autre ayant à peu près la même forme P (fig. 4), mais, dont la partie creuse est plus profonde, de sorte qu'en frappant sur cette pièce on n'agit que sur les pièces B et D; celles-ci s'enfoncent jusqu'à ce que leurs têtes arasent, l'une le fond de l'encoche du patin, l'autre la partie supérieure de la traverse. En même temps leurs parties inférieures, poussées sur la partie tronconique de A, sont déformées et viennent pénétrer et coincer dans le bois (fig. 4). On enlève le vissoir V; on pose le rail, puis on visse le tirefond avec une clef à douille; l'écrou A remonte et vient augmenter le coincement des parties demi-cylindriques B et D (fig. 5).

On voit que le demi-cylindre extérieur B constitue un appui solide pour le collet du tirefond, et s'oppose très énergiquement au renversement. Le même système peut s'appliquer au rail à coussinet, en faisant les demi-cylindres B et D de la même longueur.

Ces deux systèmes de tirefonds présentent les avantages suivants :

1° Sécurité de la voie par suite de l'impossibilité d'arracher ou de renverser le tirefond qui, automatiquement, oppose une résistance constante;

2° Économie dans l'entretien de la voie par la suppression de la dépose et repose des tirefonds avec déplacement de la traverse, en cours d'usage;

3° Facilité d'enlever ou remettre les tirefonds pour déplacer un rail sans bouger la traverse, et sans remplacer l'attache ni compromettre sa solidité;

4° Conservation parfaite des tirefonds et de la traverse, en prenant seulement soin de remplir le trou de goudron ou d'huile lourde au moment de la pose;

5° Emploi de quatre tirefonds au lieu de six pour chaque traverse;

6° Économie dans l'achat des traverses, qui peuvent être en bois tendre, dans lequel les avantages du tirefond se manifestent mieux encore que dans le bois dur; la compression opérée sur les fibres du bois arrive à augmenter considérablement la solidité dans la région d'attache, et à rendre la traverse aussi résistante à l'arrachement que le serait une traverse métallique d'un prix beaucoup plus élevé.

Suivant avis favorable du Comité de l'exploitation technique des chemins de fer, des essais avec ces tirefonds ont été commencés, en 1901, sur le réseau de l'État. Ils ont donné toute satisfaction et les ont fait admettre sur ce réseau, ainsi que sur ceux d'un certain nombre d'autres Compagnies.

Le port de Londres.

Tandis que la plupart des grands ports ont, dans ces dernières années, multiplié leurs efforts pour faire face aux besoins commerciaux et développer leur trafic, Londres est resté jusqu'ici sans améliorer notablement l'état de la Tamise. Les doléances des commerçants et des armateurs ont cependant abouti, en 1897, à la création d'une Commission royale dont le rapport, présenté au Roi en juin 1902, offre, par l'étendue de ses enquêtes, un intérêt général.

Voici les principaux points intéressants, mis en évidence par la Commission.

La profondeur de la Tamise (environ 9 mètres) au-dessous du bateau-phare de Nore, est suffisante pour les besoins de la navigation, mais les bancs de sable constituent une grosse difficulté, par suite de leurs déplacements fréquents.

Les difficultés de la navigation sont encore augmentées par les nombreux coudes de la Tamise, dont plusieurs n'ont que 400 mètres de rayon.

La Commission constate que le commerce maritime de Londres tient toujours le premier rang, mais que son accroissement se ralentit, contrairement à ce qui a lieu pour d'autres ports.

Les tableaux I et II empruntés aux statistiques du Board of Trade, font ressortir le mouvement commercial de Londres, comparé à celui des autres grands ports.

Digitized by Google

TABLEAU I. — *Mouvement des entrées dans le port de Londres (Tonnages nets).*

ANNÉES	TONNES	ACCROISSEMENT	ACCROISSEMENT pour cent
1859	4 372 367		
		1 730 319	39
1869	6 102 686		
		2 678 983	43
1879	8 781 669		
		3 290 002	37
1889	12 071 671		
		3 214 972	26
1899	15 286 643		

TABLEAU II. — *Entrées (y compris les navires entrés sur lest).*

PORTS	1890	1899	ACCROISSEMENT	ACCROISSEMENT pour cent
	tonnes	tonnes	tonnes	
Londres	13 141 455	15 388 228	2 246 773	17
Liverpool	8 408 378	9 468 115	1 059 737	13
Glasgow	2 874 555	3 550 146	675 591	23
Hull	2 530 435	3 115 748	585 313	23
Southampton	1 668 943	2 784 013	1 116 070	67
Bristol	1 231 047	1 556 089	325 042	26
Hambourg	5 202 825	7 765 950	2 563 125	49
Rotterdam	2 918 425	6 323 072	3 404 647	116
Anvers	4 517 698	6 842 163	2 324 465	51
Le Havre	2 816 277	2 868 381	52 104	2
Marseille	4 669 441	6 166 298	1 496 857	32
Gênes	3 393 612	4 557 430	1 163 818	34
Trieste	1 471 464	2 181 746	710 282	48

L'une des causes principales de la décadence relative du port de Londres est l'aménagement défectueux de la Tamise, qui n'est plus en rapport avec les types actuels de navires, dont les dimensions s'accroissent progressivement. Les tableaux III et IV montrent le développement remarquable des vapeurs de plus de 2 000 tonneaux, dans ces dernières années.

TABLEAU III. — *Nombre des vapeurs de commerce de toutes nationalités jaugeant plus de 2 000 tonneaux.*

TONNEAUX	1886	1896	1899	1901
2 000 à 3 000	943	2 010	2 120	2 177
3 000 à 4 000	317	804	1 090	1 311
4 000 à 5 000	110	323	414	560
Au-dessus de 5 000	40	214	395	578
TOTAL	1 410	3 351	4 019	4 626

TABLEAU IV. — *Répartition des grands vapeurs de commerce par nationalités.*

NATIONALITÉS	NOMBRE DES VAPEURS DE		
	5 000 à 7 000 tonneaux	7 000 à 10 000 tonneaux	10 000 et au-dessus
Grande-Bretagne	255	80	28
États-Unis (1)	31	1	6
Hollande	4	1	4
France	18	5	2
Allemagne	81	18	24
Russie	11	2	0

(1) Y compris 15 vapeurs sur les Grands Lacs des États-Unis.

Il paraît indispensable d'assurer à ces grands vapeurs au moins le tirant d'eau de 8 mètres, qui est celui du canal de Suez ; cet approfondissement du fleuve doit forcément être complété par l'amélioration de l'entrée des docks.

La Commission a également envisagé la création de bassins profonds, échelonnés sur le fleuve, où les navires à grand tirant d'eau pourraient attendre la marée montante.

La multiplicité des administrations et corporations qui se partagent actuellement l'entretien et la police du fleuve, le service de batellerie du port et la direction des docks, est malheureusement la source de complications et de retards à l'exécution de toute amélioration. Le service du pilotage donne lieu, notamment, aux réclamations les plus vives. Londres ne voit pas sans regrets la prospérité croissante des ports de Brême, de Hambourg, d'Anvers, etc., due sans doute à ce qu'ils sont gérés directement par l'État ou la municipalité ; et la « Royal Commission » conclut, pour l'organisation future du port, à la création d'une administration unique, chargée de consacrer à l'amélioration du fleuve 50 millions de shillings, et à l'agrandissement des docks 90 millions de shillings, fournis par le Conseil du comté de Londres et par la municipalité.

Cette administration, ou « Port Authority », se composerait de quarante membres qui seraient choisis parmi : le Conseil du comté, la municipalité, l'Amirauté, la Direction du commerce, le Conseil du comté de Kent, le Conseil du comté d'Essex, la Chambre de commerce de Londres, la Banque d'Angleterre, les armateurs de long cours et de cabotage, les Compagnies de chemins de fer et les propriétaires de yachts.

Fabrication et emploi du ferrophosphore et du phosphomanganèse.

L'acier basique fabriqué au four à sole, est, en général, bien supérieur à l'acier Bessemer fabriqué au convertisseur ; cependant, dans quelques applications, on a dû restreindre son emploi à cause de la trop grande douceur qu'il présente. Cette douceur est due à sa composition : il ne contient, en effet, que quelques millièmes de manganèse, moins encore de carbone et peut être considéré comme pratiquement exempt de silicium et de phosphore ; le reste est du fer pur.

Cette douceur excessive constitue une véritable gêne, quelquefois un empêchement absolu dans la fabrication des tuyaux soudés ou des tôles de faible épaisseur, comme celles qui servent à la fabrication du fer-blanc par exemple. Si l'acier est moins doux et renferme un peu de phosphore, il se comporte, au contraire, très bien au laminage, dans les mêmes conditions ; de plus, l'opération peut se faire à plus basse température. Pour ces emplois particuliers, il convient donc, au moment de la fusion, de restituer à l'acier une partie du phosphore qui lui a été enlevé au four à sole.

Comme matière d'addition, on doit tout d'abord rejeter l'apatite et la fonte phosphoreuse : elles n'apportent en effet à l'acier qu'une quantité faible de phosphore pour un poids relativement considérable de substance introduite ; de plus, elles donnent lieu à certaines réactions absorbant une quantité de chaleur assez considérable et, comme elles sont généralement ajoutées solides, leur introduction, pour cette double raison, abaisse considérablement la température du bain en fusion ; celui-ci doit être tenu préalablement plus chaud ; ce qui n'est ni toujours possible ni sans inconvénients.

D'après l'*Iron Age*, auquel nous empruntons ces renseignements, le problème aurait été résolu depuis deux ans déjà, par une aciérie américaine, en ajoutant simplement à l'acier fondu, du fer ou du manganèse très riches en phosphore. La fabrication de ces composés ne présenterait aucune difficulté technique et se ferait maintenant très régulièrement depuis qu'ils sont employés d'une façon systématique.

Le ferrophospore est ajouté dans le creuset après le ferromanganèse, ce dernier agissant comme à l'ordinaire pour s'emparer de l'oxygène combiné ; il en résulte que, la composition du ferrophosphore étant connue, on sait d'avance et avec la plus grande précision, quelle sera la teneur en phosphore de l'acier fini.

En opérant ainsi, on n'évite qu'en partie les inconvénients signalés plus haut, le ferrophosphore n'ayant pu être préparé d'une façon normale à une teneur en phosphore supérieure à 25 ou 26 %. On les évite totalement en ajoutant en une seule fois le phosphore et le manganèse, sous forme de phosphomanganèse à 65 % de manganèse et 25 % de phosphore. Tous les constituants présents dans ce composé, sauf 7 % de fer, améliorent la qualité de l'acier fondu dans le sens désiré, sans trop abaisser la température. De cette façon, on réalise en outre une économie notable sur l'adjonction en deux fois, car l'opération se fait plus vite et mieux.

Le phosphomanganèse est obtenu par le traitement au haut fourneau de minerais de manganèse très riches et en employant, comme flux, de l'apatite ou d'autres minerais très riches en phosphore. Avec l'acier obtenu par ce procédé, on obtiendrait, paraît-il, des tôles minces pour le fer-blanc, dont la nature et l'état de surface sont tels, qu'ils permettraient d'économiser 8 à 10 % d'étain ; l'étamage se ferait en outre mieux, à une plus basse température et avec une moindre dépense en acide au décapage.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 2 juin 1903.

Chimie minérale. — *Sur la cémentation des aciers.* Note de M. Léon GUILLET, présentée par M. Ditte.

M. Guillet expose les résultats de ses études sur la cémentation des aciers au carbone et des aciers spéciaux (au nickel, etc.). Ces résultats ont déjà figuré, en partie, dans les études publiées par l'auteur, dans le *Génie Civil*, sur la constitution des aciers (1).

Il indique les phénomènes caractéristiques observés sur les aciers au carbone, se réservant de traiter plus complètement les aciers au nickel dans une seconde Note.

Les recherches de M. Guillet lui ont, en résumé, permis de constater que :

1° La vitesse de pénétration de carbone dans les aciers dépend de la température, du temps et de la réaction chimique que le cément peut produire; 2° les expériences faites n'ont pas encore permis de déterminer la solubilité du carbone dans le fer; mais il semble s'établir un premier état d'équilibre qui est détruit par une opération ultérieure; 3° par simple cémentation, certains aciers au nickel acquièrent la même dureté que les aciers au carbone par cémentation suivie de trempe; 4° les aciers à fer γ se cémentent à des températures auxquelles les aciers au carbone n'éprouvent aucune modification.

Électricité. — *Sur l'utilisation de l'énergie pour les transmissions de télégraphie sans fil.* Note de M. G. FERRIÉ, présentée par M. A. Potier.

L'énergie utilisable pour une transmission sans fil, avec transformateur Tesla, dépendant des capacités que l'on peut introduire dans le circuit excitateur et de leur potentiel de décharge, il y a avantage à donner aux antennes une grande surface, afin de pouvoir les accorder sur un circuit excitateur contenant de grandes capacités.

Mais lorsqu'on fait usage de bobines d'induction, la valeur de ces capacités se trouve limitée; il convient de les choisir de manière à permettre d'accorder l'antenne avec trois ou quatre spires seulement du secondaire du Tesla.

L'emploi de transformateurs industriels présente l'avantage de permettre d'employer de très grandes capacités en circuit excitateur, car le potentiel de décharge augmente, dans certaines limites, avec ces capacités par suite de phénomènes de résonance. Mais lorsqu'on dispose d'antennes déterminées, on ne peut augmenter beaucoup ces capacités, puisqu'il doit y avoir accord entre l'antenne et le circuit excitateur, et que le potentiel de décharge est limité. L'énergie utilisable avec ce montage est donc limitée aussi. M. Ferrié indique comment M. Marconi et lui-même, par des dispositifs différents, ont réussi à tourner cette difficulté et à faire le réglage des divers organes de leurs transmetteurs.

Géologie. — I. — *Sur de nouveaux fossiles du Soudan.* Note de M. A. DE LAPPARENT.

M. le capitaine Gaden, qui avait récemment découvert, au Soudan français, des fossiles d'âge *lutétien* (2), a recueilli deux autres échantillons au Damerghou, c'est-à-dire entre Zinder et l'Aïr. L'un de ces fossiles est une exogyre un peu roulée, de type incontestablement crétacé. L'autre, presque entièrement transformé en carbonate de fer, est une Ammonite, la première qui ait été rapportée du Soudan. Par sa forme générale, par le dessin particulièrement simple de ses cloisons et par les quelques ornements que présente la spire, cette Ammonite paraît se placer dans le voisinage immédiat des genres qui caractérisent le passage du Turonien au Sénonien.

Ainsi les mers de la craie, dont l'extension depuis la Libye jusqu'à Bilma était attestée par l'oursin du colonel Monteil, s'étendaient à l'ouest du Tchad et couvraient le Damerghou. Il est presque certain que de là elles rejoignaient l'Atlantique, leurs sédiments devant servir de base aux couches tertiaires dont l'existence a été constatée à Zinder, à Tamaské et sur la côte du Sénégal.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLII, n° 23, p. 369, et t. XLIII, n° 2, p. 23.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 4, p. 62. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

On est donc en droit de penser que, à l'époque crétacée, toute la partie de l'Afrique, située au nord du 13° ou 14° degré de latitude nord, était occupée par une vaste mer, laissant émerger, d'un côté le massif de l'Abyssinie, de l'autre une île embrassant l'Aïr, les Tassili, l'Ahaggar et le Tademaït.

II. — *Sur l'état actuel du volcan de la Montagne Pelée.* Note de M. GIRAUD, présentée par M. Michel Lévy.

Depuis le 12 mars le volcan de la Montagne Pelée émet, presque journellement, des nuées ardentes généralement peu étendues. La montagne étant restée presque constamment découverte, l'auteur a pu, à l'observatoire du morne des Cadets, suivre les phénomènes éruptifs et noter quelques faits qui complètent les observations de M. Lacroix.

Le dôme est toujours terminé par une série de saillies rocheuses, émergeant d'un talus d'éboulis dépassant en hauteur le lac des Palmistes, et débordant actuellement dans la vallée du Prêcheur; l'une des saillies constitue l'aiguille terminale qui se dresse au-dessus de cette masse sur une hauteur de plus de 300 mètres. Les éruptions de nuées ardentes se produisent toujours par des crevasses permanentes ou temporaires, situées à la base de l'aiguille ou près des rochers voisins. Depuis les premiers jours d'avril, quelques éruptions ont cependant pris naissance à la base de l'aiguille, dans les parties nord et nord-est, du côté du lac des Palmistes, alors qu'elles avaient été localisées jusqu'ici à la partie sud-ouest du cratère.

Les séismographes installés à l'observatoire du morne des Cadets ont enregistré depuis un mois de nombreuses trépidations de faible amplitude.

Physique. — I. — *Sur la conductibilité calorifique du fer dans le champ magnétique.* Note de M. A. LAFAY, présentée par M. A. Potier.

En 1850, Maggi annonça à l'Académie de Vérone que la conductibilité calorifique du fer était modifiée par l'action du magnétisme. Une plaque de tôle isolée était placée au-dessus des pôles d'un électro-aimant en fer à cheval; elle était recouverte d'un enduit, à base de cire, qui fondait lorsqu'on la chauffait en son centre, et dessinait une isotherme elliptique lorsque l'électro-aimant fonctionnait; le grand axe de l'ellipse s'orientait perpendiculairement à la direction du champ.

M. Lafay, en répétant l'expérience de Maggi, imitée de celle de Sénarmont, sur des lamelles non conductrices (verre, etc.) ou des tôles minces de fer et d'acier au nickel, a obtenu des ellipses très nettes dans les champs d'environ 20 000 unités.

En répétant l'expérience dans le vide, on n'obtient plus d'ellipse, et M. Lafay a reconnu que l'effet précédemment observé était dû à la production d'un courant d'air chaud qui, sous l'action du magnétisme, se propage normalement à la direction du champ. D'autre part, les isothermes obtenues sur des lames de fer minces, soumises à des efforts de traction, n'ont aucune ellipticité.

Il est probable que, dans un champ intense, la conductibilité du fer subit une diminution appréciable, mais dont la valeur est à très peu près la même, quelle que soit l'orientation mutuelle des flux magnétique et calorifique.

II. — *Sur la purification de l'hydrogène industriel par le froid (expériences récentes faites à Chalais par M. G. Claude).* Note de M. le colonel Ch. RENARD, présentée par M. d'Arsonval.

M. d'Arsonval a montré que l'hydrogène peut être facilement séparé de tous les gaz, en refroidissant le mélange au moyen de l'air liquide ou de sa propre détente. Les perfectionnements apportés à la fabrication de l'air liquide par M. Claude permettent d'espérer qu'on peut appliquer ce procédé à purifier l'hydrogène produit dans les grands appareils à circulation, employés aujourd'hui pour la fabrication du gaz léger destiné aux ballons. Un premier projet d'appareil pouvant épurer 25 mètres cubes d'hydrogène à l'heure a été étudié par M. Claude et présenté au Service de l'Aérostation militaire.

M. le colonel Renard donne les résultats des essais préliminaires faits à Chalais par cette méthode. Le bain de gazoline où barbotait l'hydrogène impur était refroidi à — 130 degrés. L'arsenic est complètement enlevé à cette température.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Expériences sur le rendement des locomotives. — Dans son numéro de mai, la *Revue générale des Chemins de fer* décrit les expériences, effectuées sur le réseau de l'Etat, qui concernent le rendement des locomotives et les conditions du travail de la vapeur dans les cylindres. Cette étude a été faite dans le même esprit que celle entreprise au Chemin de fer du Nord sur le même sujet, il y a quelques années, et dont le *Génie Civil* a donné le compte rendu (1). Les essais ont porté particulièrement sur les machines compound du système Vauclain, de provenance américaine, que les Chemins de fer de l'Etat ont récemment introduites en France.

Le travail indiqué a été calculé au moyen de diagrammes d'indicateur; la détermination de la vitesse a été obtenue à l'aide d'un enregistreur Desdouits, dont les indications étaient contrôlées par un tachymètre. Les consommations d'eau et de charbon ont également été relevées. Les vitesses constatées ont varié de 10 à 100 kilom. à l'heure et les travaux sur les pistons de 157 à 943 chevaux, pour des conditions très diverses de profils, d'ouvertures de régulateur et d'admissions. La chute de pression entre la chaudière et la boîte à vapeur H. P., ainsi qu'entre les petits et les grands cylindres, a fait l'objet d'observations spéciales. Il en est de même du laminage pendant l'admission, de la contre-pression derrière les pistons et de la variation de l'effort tangentiel. La consommation de vapeur, par cheval-heure, a atteint de 9 à 12 kilogr., suivant la pression de régime, et la dépense de charbon par kilomètre de 9^{kg}5 à 13^{kg}7.

La résistance à la traction des véhicules constituant les trains d'essais, y compris la machine américaine et son tender, a été déduite de la connaissance du travail moteur. Toutefois, il convient de faire quelques restrictions sur l'exactitude de la méthode employée, comparativement à celle qui consiste à déterminer directement la résistance d'un train au moyen d'un wagon-dynamomètre. L'étude précitée se termine par le calcul de la puissance des locomotives soumises aux essais, en fonction de leur production de vapeur horaire, déduite des expériences.

Éclairage électrique des trains par le système Mc Elroy. — L'*Electrical World*, du 11 avril, décrit ce système, qui utilise la combinaison d'une dynamo actionnée par l'essieu, avec une batterie d'accumulateurs. La dynamo est actionnée par engrenages. Elle est connectée avec la batterie d'accumulateurs et avec les lampes, par l'intermédiaire d'un régulateur dont la commande s'obtient par la combinaison d'un solénoïde et d'un moteur.

Des dispositions sont prises, d'une part pour limiter automatiquement le débit de la dynamo lorsqu'elle se trouve connectée avec la batterie vide, d'autre part, pour réduire le courant de charge lorsque la batterie se trouve complètement chargée.

Les lampes des vestibules sont connectées de telle façon qu'elles reçoivent la différence entre la force électromotrice de la batterie et celle de la dynamo. Elles se trouvent ainsi éteintes pendant la marche; leur éclairement augmente progressivement à mesure que le train ralentit, pour être maximum au moment de l'arrêt.

L'*Electrical Review*, du 11 avril, contient également une description de ce système.

CHIMIE INDUSTRIELLE

La concentration des vins. — M. X. ROQUES, Ingénieur-chimiste, considérant que les procédés industriels de concentration du vin sont, dès maintenant, susceptibles d'applications pratiques, donne un aperçu de cette question dans la *Revue générale des Sciences*, du 15 mars.

La concentration, qui consiste à réduire le volume du vin en lui enlevant une certaine quantité d'eau, de manière à obtenir un liquide plus riche en alcool et, par conséquent, peu altérable et facilement transportable, ne fut étudiée tout d'abord qu'au point de vue des services qu'elle pouvait rendre dans l'armée et dans la marine. Au point où elle est parvenue aujourd'hui, elle est susceptible, non seu-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 24, p. 391.

Digitized by Google

lement de faciliter le transport des vins dans les pays éloignés, mais encore d'aider à la conservation de ceux-ci, lorsque, étant peu riches en alcool, ils sont sujets à la casse, à la tourne, à la piqûre, etc.; elle permet aussi l'enrichissement de vins faibles pour préparer à volonté des types de vin à degrés alcooliques déterminés. Cette dernière application pourrait être précieuse, d'après l'auteur, pour l'enrichissement des 10 millions d'hectolitres, d'une conservation précaire, produits par le Midi de la France, et qui, par une concentration partielle, deviendraient plus corsés et plus résistants.

M. Roques examine successivement les différents procédés de concentration des vins, lesquels peuvent se diviser en deux catégories : procédés par congélation et procédés par distillation dans le vide. Ces derniers, les plus modernes, ont été étudiés principalement par M. Garrigou et par MM. Baudoin et Schribaux. L'appareil imaginé par ceux-ci diffère de celui de M. Garrigou en ce qu'il est continu au lieu d'être discontinu ; de plus, le vin n'y est soumis que pendant un temps très court à l'action de la chaleur.

L'auteur montre, enfin, que la concentration ne doit pas être poussée à l'extrême, sous peine de faire perdre au vin ses qualités ; il estime qu'elle ne doit pas dépasser un titre alcoolique de 20 à 25 degrés au maximum. Le prix de revient de cette opération est peu élevé si l'on considère que, dans une entreprise où l'on traiterait par an 20 000 hectolitres de manière à en retirer 10 000 hectolitres, il s'élèverait à 1 franc l'hectolitre. L'auteur considère que, sans exagérer l'importance que pourra acquérir la préparation des vins concentrés, on peut espérer qu'elle apportera quelques modifications heureuses dans la crise traversée par la viticulture française.

Tel est, également, l'avis de M. Francis Marre qui, étudiant la même question dans la *Revue générale de Chimie pure et appliquée*, du 17 mai, y passe en revue non seulement les différents procédés de concentration des vins frais, mais encore ceux de concentration des moûts et des vendanges.

Recherches sur les pressions développées par les explosions d'oxyde de carbone et d'hydrogène mélangés à des gaz inertes. — M. Langen reproduit, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 2 mai, les résultats généraux, sous forme de courbes, des recherches de Bunsen, de MM. Berthelot et Vieille, et de MM. Mallard et Le Chatelier, sur les pressions déterminées par l'explosion, dans l'oxygène, de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone mélangés en proportions croissantes à des gaz inertes. Les pressions observées sont notablement inférieures à celles que donne le calcul, en supposant les chaleurs spécifiques constantes et la combustion complète.

L'auteur décrit ensuite les dispositifs qui lui ont servi, au laboratoire de l'École technique de Dresde, à faire relativement à cette question de nouvelles déterminations.

Il employait un obus d'acier de 40 centimètres de diamètre intérieur, dont l'épaisseur des parois atteignait 26 millimètres, et qui avait été essayé préalablement à 120 atmosphères.

La partie supérieure était obturée par un couvercle vissé, muni d'ouvertures pour l'adduction des gaz et des tuyaux du manomètre et de l'indicateur. L'inflammateur pénétrait, par le fond de l'obus, usqu'au centre de la cavité intérieure. Tout l'appareil était plongé dans l'eau d'un récipient, dont la température était notée à l'entrée et à la sortie.

La mesure de la pression développée par l'explosion se faisait par l'inscription d'un diagramme sur un indicateur Dreyer, installé sur l'obus avec toutes les précautions nécessaires pour obtenir de bons tracés.

L'auteur expose, en détail, les opérations minutieuses que comporte une série d'expériences. Les diagrammes obtenus présentent trois parties nettement caractérisées : une courbe de pressions croissantes, à concavité tournée vers le haut, correspondant à l'échauffement des gaz ; une région d'inflexion ; une région de pressions légèrement décroissantes, correspondant au refroidissement. Il reproduit sous forme de tableaux les résultats obtenus avec l'hydrogène et l'oxyde de carbone, séparément ou mélangés ; et les courbes des pressions développées, en fonction des volumes de gaz inerte, qui variaient d'une expérience à l'autre.

Il conclut en faisant ressortir l'influence de la dissociation dans ces phénomènes de combustion, et déduit de l'ensemble de ses recherches des formules, donnant les chaleurs spécifiques à volume constant des gaz simples, de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau, en fonction linéaire de la température.

ÉLECTRICITÉ

La régulation des moteurs par le champ et par la tension. — M. W. Cooper a lu à ce sujet, devant l'American Institute of Electrical Engineers, un mémoire où il se place exclusivement au point de vue de la commande des machines-outils par moteurs à courant continu. L'*American Machinist*, du 16 mai, en reproduit la partie essentielle.

L'auteur examine les divers cas à l'aide d'un diagramme, dont la courbe fondamentale est une courbe des puissances en fonction des vitesses, et il arrive aux conclusions suivantes :

1° En employant à la fois la variation du champ et celle de la tension, le rapport des vitesses est égal au carré du rapport des voltages;

2° Le champ restant constant, le rapport des puissances est directement proportionnel au rapport des tensions;

3° La tension restant constante, la variation de puissance (par réduction du champ) est inversement proportionnelle à la variation de vitesse;

4° En employant une tension variable, la dimension d'un moteur est directement proportionnelle au rapport des vitesses;

5° En employant la régulation par le champ, la dimension d'un moteur est proportionnelle au carré du rapport des vitesses.

L'auteur en conclut que, d'une part, la variation par le champ seul n'est possible qu'entre de faibles limites de vitesse, sous peine de conduire à des dimensions inacceptables, et que, d'autre part, il n'est pas nécessaire de disposer de limites de voltage très étendues, comme on l'a fait quelquefois. Il termine par quelques considérations sur les moteurs appliqués aux machines-outils alternatives (raboteuses, mortaiseuses, etc.).

Les entreprises municipales d'électricité. — L'*Electrical Review* (Londres), du 15 mai, publie une Note dans laquelle l'auteur démontre que les bénéfices ressortant du bilan des entreprises municipales d'électricité en Angleterre sont illusoires, parce que l'amortissement est estimé à un taux très insuffisant.

L'auteur estime que l'amortissement devrait être prévu au moins comme suit, ce qui suppose les durées indiquées dans la dernière colonne :

Bâtiments.	1	%	44 ans.
Machines	7,5	—	11 ans 2 mois.
Réseau	7.5	—	11 ans 2 mois.
Compteurs	10	—	8 ans 9 mois.
Appareils électriques.	5	—	15 ans 6 mois.
Lampes publiques . .	2.5	—	25 ans 6 mois.

Il dresse ensuite deux tableaux des principales stations anglaises, et montre que dans beaucoup de cas le bénéfice est apparent, que l'exercice se solde en réalité par une perte, et que ces entreprises seront obligées de faire appel à de nouveaux capitaux pour maintenir leurs usines à la hauteur du progrès.

Dans un troisième tableau, l'auteur montre que le pourcentage du capital prévu pour l'amortissement varie entre 1, 14 et 4 %, ce qui suppose pour une durée de 18 à 40 ans pour l'ensemble de l'installation. Il estime que, dans l'état actuel du progrès, ces chiffres sont inadmissibles, et que, non par suite d'usure, mais par les nécessités de l'exploitation, le matériel devra être remplacé dans un délai beaucoup plus court.

ÉLECTROCHIMIE

Réunion annuelle de la Société américaine d'Électrochimie. — La Société américaine d'Électrochimie, dont la formation est toute récente, a tenu sa première grande réunion annuelle au mois d'avril dernier ; l'*Engineering News*, du 23 avril, et l'*Electrical World*, du 25 avril, donnent un compte rendu des communications qui y ont été faites et des discussions qu'elles ont provoquées.

Les principales questions qui ont été étudiées sont :

Séparation électrolytique des métaux par intensité constante ou voltage constant ;
Effets de l'air en dissolution dans un électrolyte ;
Variation du voltage qui convient à la décomposition électrolytique, en fonction de la pression exercée sur cet électrolyte ;
Recherches sur les substances isolantes ;
Accumulateurs : Emploi de la pyroxyline pour entourer les éléments positifs, en vue de retarder leur destruction et d'éviter les courts-circuits ;
Fabrication du chlore et de la soude caustique par l'électrolyse du sel marin en dissolution ;
Corrosion d'origine électrolytique des métaux et alliages ;
Composition des bains pour revêtements métalliques par électrolyse ;
Raffinage électrolytique du cuivre ;
Endosmose électrolytique ;
Production électrolytique de composés métalliques ;
Dépôts métalliques sur cathode mobile ;
Fourneau électrique de laboratoire pour essais industriels.

Le professeur Walter Nernst, de Göttingen, a fait une communication très détaillée sur ses recherches aux hautes températures au moyen du four électrique modifié par lui, de façon à permettre la détermination des densités de vapeurs par la méthode de Meyer.

MÉTALLURGIE

Installation de deux trains de laminoirs commandés par la même machine. — M. Hübers décrit, dans le *Stahl und Eisen*, du 1er mai, un ensemble de deux trains de laminoirs commandés par une seule machine à vapeur placée entre eux. Le gros train est destiné à produire des fers ronds, des fers carrés, des cornières, etc., de dimensions moyennes. Il se compose d'un trio dégrossisseur qui reçoit les blooms partant du four à réchauffer, et d'un train finisseur comprenant quatre duos doubles. Un transporteur latéral, une cisaille et un parc de dépôt complètent cet ensemble.

Le train universel se compose d'éléments analogues, mais dont les dimensions sont plus faibles.

M. Hübers indique les dimensions et les profils principaux de ces laminoirs. La machine compound motrice peut développer 1 200 chevaux et tourner à 80 tours par minute. Une autre machine compound, de 600 chevaux, commande deux trains dégrossisseurs qui approvisionnent cette installation.

Classification des aciers commerciaux. — L'*Iron Age*, du 30 avril, publie une étude relative aux propriétés physiques et chimiques des différentes sortes d'acier employées dans la construction.

Plusieurs essais ont déjà été tentés en vue de réaliser un accord entre les fabricants de façon que, à une même dénomination de métal répondant, en général, à un même emploi, correspondent des propriétés physiques et chimiques, sinon constantes, au moins comprises entre certaines limites.

Des tableaux montrent que, pour les principales aciéries américaines, les propriétés des aciers et les épreuves auxquelles on les soumet sont à peu près les mêmes, et qu'il s'en faut de bien peu que l'accord complet ne soit réalisé. L'article indique comment sont faites les épreuves dans les usines adhérant à l'Association des fabricants d'acier d'Amérique, et quels sont les résultats qu'elles doivent donner, selon l'emploi auquel l'acier est destiné; de même, comment doivent être faites les éprouvettes pour essais à l'allongement et à la rupture, et les prises d'échantillons pour analyses chimiques.

Détermination du prix des pièces de fonte. — M. O. Barrows expose dans l'*Iron Age*, du 16 avril, une méthode permettant aux fondeurs d'évaluer rapidement le prix des pièces de fonte, en tenant compte des éléments variables de ces prix et des données expérimentales invariables.

Il indique d'abord les registres et comptes à tenir des entrées de matières premières; les éléments qui entrent dans l'estimation du prix à établir et les moyens d'en tenir compte qui lui paraissent commodes. Puis il indique une méthode simple, basée sur les mêmes principes, pour estimer les bénéfices ou pertes éprouvés sur les divers articles courants et autres données statistiques utiles à connaître pour le bon fonctionnement de l'usine.

Pour une fonderie produisant 25 à 30 tonnes de pièces de fonte par jour et employant 150 à 200 personnes, un employé supplémentaire suffit pour appliquer ces méthodes.

MINES

Lavage des charbons. — M. F. Giraud, Ingénieur en chef du matériel aux mines de Mouchy, étudie, dans le *Bulletin technique de l'Association des Ingénieurs de l'Institut industriel du Nord* (4e trimestre 1902), le lavage des charbons et décrit les appareils que comporte cette industrie en indiquant leur but et leur marche pratique, ainsi que les diverses modifications et transformations qu'on leur a fait subir, soit pour en augmenter la production, soit pour les rendre plus simples, ou encore plus faciles à entretenir.

Avant d'entrer dans tous les détails du lavage,

Digitized by Google

l'auteur donne quelques renseignements sur les différentes catégories de charbon, sur le criblage ou triage et sur les sondes qui servent à prélever des échantillons dans les wagons ou berlines venant de la mine; ces prises d'échantillons permettent de connaître exactement la composition des charbons que l'on doit passer au lavoir.

M. Giraud prend comme type d'installations de lavage, celle qui fonctionne aux usines de Mouchy, où un lavoir, système Luhrig et Coppée, permet de traiter 40 tonnes de charbon à l'heure.

Ce lavoir comprend: 1° un trommel; 2° quatre grobkorn ou bacs à piston pour le lavage des grains; 3° un classeur ou spitzkasten; 4° six bacs à feldspath pour le lavage des fines; 5° trois citernes, dont une pour le charbon lavé, une pour le poussier lavé et une pour les schistes; 6° des tours d'égouttage.

L'atelier de lavage ne reçoit que les charbons en dessous de 50 millimètres qui forment les *fines;* ces fines y sont amenées par une noria et déversées dans le trommel, elles s'y classent comme suit: 1° poussier sec de 0 à 4 millimètres, qui passe à travers la toile mécanique à ouvertures de 4 millimètres de côté; 2° fines de 4 à 13 millimètres qui servent pour la fabrication d'agglomérés ou de coke et qui sont entraînées directement dans le spitzkasten; 3° grenus de 13 à 20 millimètres; 4° gros grenus de 20 à 30 millimètres; 5° braisettes de 30 à 50 millimètres; 6° dessus de trommel au-dessus de 50 millimètres ou petite gailleterie. Chacune de ces quatre dernières catégories descend dans un grobkorn, où se fait la séparation du charbon d'avec les pierres et les schistes. Ce travail est fait, pour les 2-13 millimètres, dans le spitzkasten et les bacs à feldspath.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Le moteur à gaz compound. — M. E. Butler publie, dans le *Feilden's Magazine* de mai, les résultats d'expériences qu'il a faites sur un moteur à gaz compound de 100 chevaux, à distributeur rotatif, dans lequel les manivelles des deux cylindres d'explosion ont le même calage, avec 165 degrés d'avance sur celle du cylindre de détente. Les sections du cylindre sont entre elles comme 1 est à 2,2. L'auteur publie des diagrammes qui font ressortir le gain résultant de la détente. Les expériences ont montré que l'emploi du cylindre de détente élève la pression moyenne de $5^{kg}95$ à $6^{kg}72$.

Le grand cylindre ramène la pression à celle de l'atmosphère, aux $^5/_8$ ou aux $^3/_4$ de la course du piston. Il aspire ensuite une charge d'air frais à la place des gaz brûlés. Ce balayage a donné un bon résultat dans la marche au gaz de ville, mais s'est montré relativement moins efficace dans la marche à la benzoline. La machine a néanmoins, dans ce dernier cas, consommé seulement 0^l28 par cheval effectif et 0^l232 par cheval indiqué. Pour une puissance effective totale de 80 chevaux, le cylindre fournissait 18 à 20 chevaux indiqués, ce qui explique cette marche économique.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Essais sur des éprouvettes en cuivre soumises à un chauffage prolongé. — Les essais de résistance et d'allongement sur des éprouvettes en cuivre, préalablement recuites, que publie M. Stribeck, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 18 avril, se rattachent, par quelques points, aux études présentées par M. Le Chatelier, en 1901, au Congrès des Méthodes d'essais des matériaux de construction, sur *l'influence du temps et de la température sur les propriétés mécaniques des métaux*.

L'auteur s'est servi d'un four électrique, chauffé par une spirale de platine qui entoure un tube de nickel au milieu duquel est placée l'éprouvette, sur la machine destinée aux essais de traction. Le four proprement dit est entouré d'une épaisse armature de terre réfractaire.

On s'est attaché à obtenir une température régulière, fixe et déterminée avec précision dans toutes les régions des éprouvettes, et à soustraire celles-ci aux influences autres que la chaleur et l'effort transmis par la machine.

L'auteur décrit les méthodes de mesure employées; les dimensions des éprouvettes, et donne, pour diverses températures, d'abord les courbes d'allongement en fonction des efforts de traction, puis, les courbes indiquant, pour un métal donné, en fonction des températures, les limites d'élasticité, les résistances de rupture, les strictions et les allongements de rupture. Il envisage, en terminant, l'intérêt que présenteraient, aussi bien que ces premiers essais, d'autres recherches analogues faites sur les tuyaux en cuivre. Ces tuyaux servant au transport de la vapeur surchauffée, il est intéressant, en effet, de connaître leur résistance aux températures élevées.

TRAMWAYS

Tramways à contact superficiel de Wolverhampton. — L'*Electrical Review*, du 17 avril, publie sous le titre « Nemesio » une critique du système de traction par contact superficiel (Lorain Steel C°), appliqué à Wolverhampton (1). Il prend pour base le rapport fait par M. Shawfield, Ingénieur de la ville, après un an d'exploitation, rapport d'ailleurs favorable en beaucoup de points, mais dont l'*Electrical Review* tire les conclusions que nous allons résumer, après avoir exposé les grandes lignes du rapport.

Bien que 109 plots soient restés électrisés, il n'y a pas eu d'accidents de personnes; les plots ne constituent pas une gêne appréciable pour le trafic, et il ne s'est pas manifesté d'usure anormale du pavage autour des plots. Les parcours perdus par suite des plots n'ont été que 0,13 °/₀.

L'excès de consommation d'énergie par rapport au trolley (excitation des électros, poids additionnel de l'équipement, fuites), est de 250 watts par mille-voiture.

Après avoir discuté les chiffres relatifs à la durée des couvercles, à celle des frotteurs, à l'entretien du système, l'auteur de l'article arrive aux prix comparatifs suivants, pour la traction par trolley et par le système en question (prix en francs par mille-voiture) :

Système Lorain.

Entretien de la voie . . . . . Fr.	0 0560
— de la voiture	0 0230
Énergie	0 2310
Total . . . . Fr.	0 3109

Fil aérien.

Entretien du système aérien . . . . Fr.	0 0139
— de la voiture	0 0036
Énergie	0 1900
Total . . . . Fr.	0 2075

Il arrive ainsi à conclure qu'avec les extensions prévues, la ville de Wolverhampton paiera annuellement 67 000 francs de plus qu'avec le trolley, et qu'à son avis c'est payer trop cher l'esthétique du système à contact superficiel.

On trouvera dans le *Tramway and Railway World*, du 14 mai, le rapport lui-même, dégagé de toute appréciation.

La durée des rails de tramways. — Dans le *Tramway and Railway World*, du 9 avril, M. R.-P. Wilson examine sommairement les causes qui influent sur la durée des rails de tramways. La constitution chimique doit être soigneusement spécifiée, et l'auteur estime que la composition suivante est la meilleure :

Carbone	0,45 à 0,55 °/₀
Silicium	0,06 à 0,08
Phosphore	0,06 à 0,08
Soufre	0,05 à 0,06
Manganèse	0,8 à 1

à l'exclusion de toute autre impureté.

Les actions électrolytiques n'entrent pas en ligne de compte dans la durée; car d'autres causes déterminent la destruction du rail auparavant.

La durée du rail, au point de vue mécanique, dépend surtout de celle des joints; aussi l'éclissage a-t-il été l'objet de tous les perfectionnements. L'auteur rappelle les principales formes d'éclisses qui ont été adoptées : éclisses plates, simples, dans lesquelles les boulons travaillent au cisaillement; éclisses en coins, où les boulons ne travaillent qu'à la tension; semelle complémentaire boulonnée sous le patin; éclisses-agrafes, prenant en même temps le patin du rail; rail d'ancrage, boulonné ou rivé sous le rail principal à l'endroit du joint; semelle en forme de fer à ⊓, laminé spécialement de façon à obtenir des surfaces de serrage parallèles au-dessus du patin, ce qui permet l'emploi de boulons; éclisses-cornières avec renforcements verticaux.

TRAVAUX PUBLICS

Station hydro-électrique des chutes de « Chaudière River ». — L'*Engineering News*, du 7 mai, donne une description détaillée des travaux qui ont été faits à la chute si pittoresque de « Chaudière River » à quelques kilomètres de Québec (Canada). La chute a une hauteur de plus de 30 mètres, et, à l'étiage, elle représente une puissance disponible de plus de 5 000 chevaux.

L'article donne d'abord une description générale de l'installation, puis étudie ses différentes parties avec les particularités de leur construction, notamment le barrage, qui est en béton, le mur d'appui des prises d'eau, le système des vannes et des cribles et leur manœuvre, le mode d'attache de la conduite d'amenée sur ses supports, l'installation et les dispositions de l'usine, etc.

Des détails intéressants sont donnés sur la conduite des travaux, notamment en ce qui concerne l'emploi du ciment et du béton, la construction pendant le temps de gelée à — 20° C, l'établissement de barrages et batardeaux provisoires, la disposition provisoire d'une transmission électrique de 1 000 chevaux par câble immergé dans le Saint-Laurent, la description du câble employé à cet effet, etc.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XL, n° 22, p. 363.

Ouvrages récemment parus.

Utilisation des chutes d'eau *pour la production de l'énergie électrique, et application aux usages agricoles*, par Lévy-Salvador. — Une brochure in-8° de 120 pages, avec 46 figures. — Baudry, éditeur, Paris. — Prix : broché, 5 francs.

Dans cet opuscule, qui est surtout un petit ouvrage de vulgarisation, M. Lévy-Salvador expose sommairement les divers travaux nécessaires pour la mise en exploitation d'une chute, comprenant successivement : détermination de la puissance disponible; établissement d'une retenue, conforme à la réglementation des barrages; installation de moteurs hydrauliques appropriés, et de machines électriques d'un type judicieusement choisi. Dans la quatrième partie, l'auteur s'attache à montrer les divers emplois que peuvent faire, de l'énergie électrique ainsi obtenue, les industries agricoles. Il compare les prix de revient obtenus par les divers systèmes concurrents, et indique les mesures propres à favoriser l'extension de l'énergie hydro-électrique, dont il fait ressortir les avantages.

La Compressibilité des gaz réels, par L. Décombe, *(Collection Scientia)*. — Un volume in-8° de 99 pages, avec 15 figures. — C. Naud, éditeur, Paris. — Prix : cartonné, 2 francs.

L'auteur étudie successivement la loi de Mariotte et les vérifications auxquelles Dulong, Arago, Pouillet, Regnault l'ont soumise; les études, sur la compressibilité aux pressions élevées, de Natterer, Cailletet et Amagat, et, sur la compressibilité aux faibles pressions, de Mendéléeff et Amagat.

Il examine ensuite l'influence de la température (Andrews, Amagat, Leduc) et les phénomènes qui accompagnent la *température critique*. Les derniers chapitres de l'ouvrage sont consacrés à l'étude des *fonctions caractéristiques* d'un gaz, des *états correspondants* (van der Waals), et de la compressibilité des mélanges gazeux.

Les Associations professionnelles ouvrières *(Tome III : Métaux, céramique et verrerie)*. — Un volume in-8° de 680 pages. — Imprimerie Nationale, Paris. — Prix : broché, 5 francs.

Ce troisième volume des Associations professionnelles, ouvrage publié par les soins de l'Office du Travail, renferme des monographies, très détaillées, dont chacune concerne l'historique, le développement, la situation économique actuelle d'un groupement corporatif et des sociétés (secours mutuels, caisses de retraite, sociétés de prévoyance, etc.) qui s'y rattachent.

On peut citer, parmi les syndicats les plus importants : les bijoutiers-joailliers de Paris; les chauffeurs-conducteurs-mécaniciens; les ferblantiers, les fondeurs et monteurs en cuivre de Paris; puis les porcelainiers de Limoges, et les verriers de Lyon.

L'ensemble de ces notices constitue, au point de vue économique et historique, un document précieux pour l'étude des conditions actuelles du travail et de l'état social du monde ouvrier.

Le Gérant : H. Avoiron.

Imprimerie Chaix, rue Bergère, 20, Paris.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 8 N° 1097. Samedi 20 Juin 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro : 1** franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Mécanique** : Transmissions de mouvement par courroies ou câbles. Enrouleur-débrayeur du capitaine Leneveu, p. 113; Ch. Dantin. — **Travaux publics** : Transbordeur de 400 mètres de longueur proposé pour la traversée de la Gironde, à Bordeaux *(planche VIII)*, p. 117. — **Industries textiles** : Protection contre le saut de la navette dans les métiers à tisser *(suite et fin)*, p. 118; Henri Mamy. — **Chimie industrielle** : La catalyse et ses applications, p. 120. — **Jurisprudence** : Les industries incommodes, p. 121; Louis Rachou. — **Variétés** : Wagons en bois de 36 tonnes, p. 123; — Les assurances ouvrières allemandes et leurs résultats, p. 123; — Extraction électrolytique du zinc, p. 124; — Joint universel, système Williams, p. 125; — Condenseur de vapeur d'échappement, p. 125.

Sociétés savantes et industrielles : Société des Ingénieurs civils (5 juin 1903), p. 126; — Académie des Sciences (8 juin 1903), p. 126; — Association internationale des Méthodes d'essais des matériaux de construction (30 mai 1903), p. 127.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 127; — Ouvrages récemment parus, p. 128.

Planche VIII : Transbordeur de 400 mètres de longueur.

MÉCANIQUE

TRANSMISSIONS DE MOUVEMENT PAR COURROIES OU CABLES

Enrouleur-débrayeur du capitaine Leneveu.

Transmissions de mouvement de rotation en général. — Transmettre à un arbre le mouvement de rotation dont est animé un autre arbre est un des problèmes les plus fréquents qu'ait à résoudre l'industrie mécanique. Aussi la solution de ce problème a-t-elle donné naissance à de nombreux dispositifs plus ou moins compliqués et plus ou moins pratiques, mais qui peuvent tous être rattachés à deux genres de transmission principaux, savoir :

1° Les transmissions à connexion invariable, qui permettent de transmettre intégralement le mouvement de rotation de l'arbre moteur à l'arbre conduit. Telles sont les transmissions par vis sans fin et roues tangentes, les transmissions par roues d'engrenages, les transmissions par roues dentées et par chaînes sans fin, etc.;

2° Les transmissions à connexion variable, n'assurant qu'imparfaitement la solidarité des mouvements de rotation de l'arbre moteur et de l'arbre conduit, parce qu'elles peuvent donner lieu à des glissements, et dont les plus employées sont les transmissions par friction, les transmissions par poulies et câbles et surtout les transmissions par poulies et courroies.

Étant donné que le but à atteindre est de transmettre le mouvement de rotation, les transmissions à connexion invariable paraissent, au premier abord, devoir être plus avantageuses que les autres, puisque seules elles permettent d'obtenir complètement ce résultat; mais, en pratique, ce sont les transmissions par poulies et courroies qui sont de beaucoup les plus usitées, en raison de ce qu'elles offrent des facilités d'emploi et d'installation beaucoup plus grandes que toutes les autres et bien qu'elles présentent de nombreux inconvénients, outre celui qui consiste à donner lieu à des glissements.

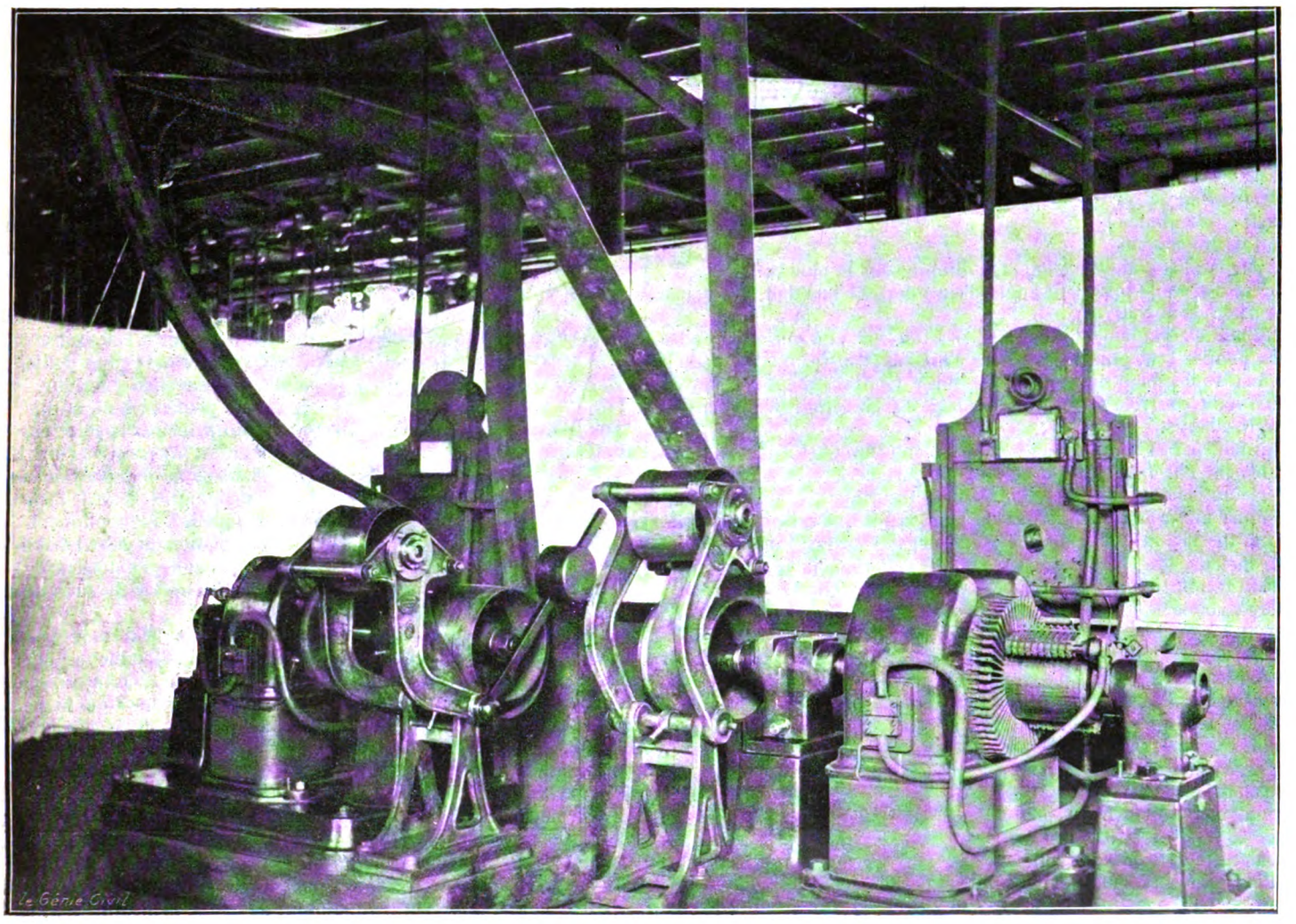


Fig. 1. — Installation de deux enrouleurs-débrayeurs Leneveu dans l'usine La Macérienne, à Mézières.

Digitized by Google

On réaliserait donc un progrès de premier ordre si l'on parvenait à établir des transmissions par poulies et courroies qui seraient exemptes de la majeure partie des inconvénients que présentent les transmissions actuelles et si, en particulier, ces transmissions assuraient la transmission du mouvement de rotation à peu près aussi complètement que le font les transmissions à connexion invariable.

Fonctionnement ordinaire des transmissions par poulies et courroies. — Le fonctionnement des commandes par poulies et courroies, telles qu'on les établit actuellement, peut se résumer comme il suit :

Les jantes des poulies étant lisses, et la face de la courroie appliquée sur les jantes l'étant aussi, l'entraînement ne peut évidemment se produire qu'en vertu de l'adhérence de la courroie sur les jantes des poulies, et on détermine l'adhérence nécessaire en tendant fortement la courroie sur les deux poulies.

La tension à donner à la courroie est fonction d'un assez grand nombre de facteurs, notamment de l'effort résistant que présente la poulie conduite à la rotation, du coefficient de frottement de glissement de la courroie sur la jante et, par suite, de la nature et de l'état physique des courroies et des jantes, de l'angle d'enroulement de la courroie sur la poulie et des effets de la force centrifuge sur la courroie.

Le facteur le plus important est l'angle d'enroulement, parce que le frottement et, par suite, l'adhérence de la courroie sur la poulie, s'accroissent ou se réduisent en progression par quotient lorsque les angles d'enroulement s'accroissent ou diminuent en progression par différence.

Les angles d'enroulement maximum sont obtenus lorsque la transmission comporte deux poulies d'égal diamètre (fig. 2). Ces angles sont alors, théoriquement, de 180 degrés sur chacune des deux poulies.

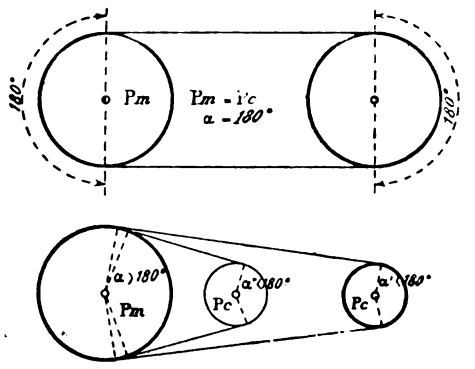


Fig. 2 et 3.

Lorsque la transmission comporte des poulies inégales, l'angle d'enroulement augmente un peu sur la plus grande poulie, et il diminue sur la plus petite (fig. 3), et c'est d'après le plus petit angle d'enroulement que doit être réglée la tension de la courroie.

L'angle d'enroulement diminue aussi au fur et à mesure que les deux poulies sont plus rapprochées l'une de l'autre, au point qu'il devient rapidement impossible d'assurer l'entraînement au moyen d'une seule courroie et que l'on est obligé d'avoir recours à des renvois intermédiaires.

En fait, par suite de diverses causes bien connues, les angles d'enroulement effectifs sont, en toutes circonstances, très notablement inférieurs pendant la marche aux angles théoriques, ce qui obligerait à donner aux courroies une tension plus grande que celle que donnerait la théorie, et qui pour des poulies égales devrait avoir : pour le brin moteur, une valeur égale à 2,5 fois l'effort à la jante et, pour le brin conduit, une valeur égale à 1,5 fois ledit effort. Mais les ouvriers chargés de la pose et de l'entretien des courroies ne se préoccupent en aucune façon des angles d'enroulement, ils tendent les courroies autant que cela leur paraît possible sans les casser, sans fausser les arbres ou les faire gripper dans leurs coussinets, et sans arracher les paliers. Si bien qu'en définitive, on donne, en pratique, aux courroies, une tension égale à cinq ou six fois l'effort résistant (Q) que la poulie conduite présente à sa jante (fig. 4).

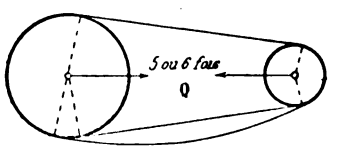


Fig. 4.

Malgré cette grande tension, les poulies glissent bientôt dans les courroies, ou ce sont les courroies qui glissent sur les poulies, et l'on est obligé de les retendre assez fréquemment si l'on veut maintenir, dans des limites acceptables, la variation du rapport entre le nombre de tours que fait l'arbre moteur et celui que doit faire l'arbre conduit.

Quand il est très nécessaire que le rapport entre la vitesse de l'arbre moteur et la vitesse de l'arbre conduit ne subisse pas de variations comme celles que produisent les glissements dus à l'allongement progressif de la courroie, on emploie des dispositifs connus sous le nom de « tendeurs » et qui se composent essentiellement d'un galet appliqué énergiquement sur la courroie pour augmenter sa tension normale et la maintenir ainsi augmentée. Malheureusement, les tendeurs présentent de tels inconvénients pratiques qu'on ne se résout à les employer qu'en cas de nécessité absolue et, en tous cas, leur emploi a pour effet inévitable d'augmenter encore la grande tension que l'on donnerait à la courroie si l'on ne faisait pas usage d'un tendeur.

Ce qui caractérise donc le système actuel de transmission par poulies et courroies, c'est qu'il ne peut fonctionner sans que la courroie soit très fortement tendue sur les poulies. Cette grande tension oblige à donner à la courroie et aux poulies de plus fortes dimensions, et elle a pour effet d'exercer une traction correspondante sur les arbres, sur les coussinets, sur les paliers et sur les chaises, et d'obliger aussi à donner à ces divers organes de la transmission des dimensions en rapport avec la traction qu'ils ont à supporter. Il en résulte évidemment une élévation considérable du prix de revient de la transmission.

D'autre part, la traction exercée sur les arbres donne lieu à un frottement correspondant de leurs portées dans les coussinets et, par suite, à un travail de frottement qui constitue une perte importante de force motrice.

L'emploi des renvois augmente à la fois le prix de revient de la transmission et la perte de force motrice. De plus, il donne lieu à des difficultés d'installation et à une augmentation de l'encombrement qui présentent parfois des inconvénients plus graves que ceux déjà signalés.

En résumé, les transmissions du mouvement de rotation par poulies et courroies, telles qu'on les établit actuellement, sont très coûteuses d'installation et de fonctionnement, à cause de la grande tension que l'on est obligé de donner aux courroies, et la nécessité de cette grande tension est due à l'insuffisance des angles d'enroulement des courroies sur les poulies. De plus, elles ne remplissent qu'imparfaitement leur rôle, attendu qu'elles donnent lieu à des glissements qui atteignent parfois 15 %.

Si l'on parvenait à établir des transmissions dans lesquelles les angles d'enroulement seraient constamment suffisants, on pourrait supprimer la plus grande partie de la tension de la courroie, si même on ne parvenait à la supprimer complètement, et l'on éviterait, par là même, la plupart des inconvénients des transmissions actuelles.

C'est le but que le capitaine Leneveu s'est proposé d'atteindre en établissant un nouveau système de commande dont nous allons donner la description.

Transmissions de mouvement avec enrouleur, du capitaine Leneveu. — Ces transmissions se composent de deux poulies, d'une courroie ou de câbles en tenant lieu et, suivant les dimensions relatives des deux poulies, d'un ou deux galets G qui ont pour fonction unique d'enrouler automatiquement, constamment et le plus complètement possible, le brin mou de la courroie autour de la poulie la plus petite, ou simultanément autour des deux poulies (fig. 5 et 6).

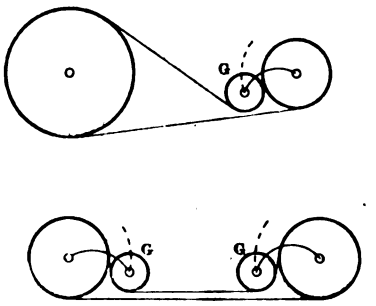


Fig. 5 et 6.

En principe, le galet enrouleur est monté dans un bâti établi de façon à pouvoir osciller autour de l'axe de la poulie à laquelle il est appliqué. L'axe de rotation du galet enrouleur et, par suite, l'extérieur de son limbe, se meuvent donc, pendant l'oscillation du bâti, suivant des cercles concentriques à la jante de la poulie.

La courroie est posée sur les deux poulies, le brin mou passant entre le limbe du galet enrouleur et la jante de la poulie autour de laquelle il doit tourner. Sa longueur est ajustée de telle façon, que le brin mou, qui doit être enroulé de plus en plus autour de la poulie par le galet au fur et à mesure que l'allongement de la courroie se produit sous la charge, vienne à une très petite distance du brin moteur lorsque la charge est maximum.

Pendant l'arrêt de la transmission, la courroie se trouve ainsi envelopper plus ou moins les deux poulies, sans avoir aucune tension, et son angle d'enroulement sur la poulie à laquelle est appliqué l'enrouleur est voisin de 270 degrés.

L'enroulement ainsi obtenu sur les deux poulies détermine, sur chacune d'elles, un frottement suffisant pour que l'entraînement de la poulie conduite se produise sans glissement à la mise en marche.

Un contrepoids règle la pression que doit exercer le galet enrouleur sur la courroie pour vaincre sa raideur et assurer son bon enroulement.

Quand on veut adapter le système de commande du capitaine Leneveu à une installation existante, sans apporter à cette installation les modifications qui seraient nécessaires pour faire coïncider l'axe d'oscillation du galet enrouleur et l'axe de rotation de la poulie à laquelle il est appliqué, on dispose l'enrouleur de manière que son effet se rapproche le plus possible de celui que l'on obtiendrait si ces deux axes coïncidaient.

Digitized by Google

Fonctionnement. — L'adhérence produite sur les poulies par l'enroulement initial de la courroie étant suffisante pour s'opposer à tout glissement, la courroie s'allonge, aussitôt la mise en marche de la transmission, sous l'effet de la résistance que la poulie conduite présente à la rotation. L'allongement se manifeste tout entier sur le brin mou, et au fur et à mesure que le brin se trouve allongé, le galet l'enroule de plus en plus sur la poulie (fig. 7 et 8).

Lorsque la traction exercée par le brin moteur sur la jante de la poulie conduite est égale à l'effort résistant de cette poulie, et tout le temps que cette condition se trouve réalisée, le mouvement de rotation de la poulie motrice est transmis à la poulie conduite, comme il le serait par une chaîne montée sur deux roues dentées.

Ce mode d'action de la courroie, si différent de celui qu'elle a dans les transmissions actuelles, s'explique de la façon suivante :

En raison de ce que l'enrouleur a pour effet de tenir constamment la courroie aussi enroulée que possible sur les poulies, les angles d'enroulement théoriques produits par ce système de commande sont toujours très grands, et suffisants pour assurer l'entraînement sous toutes les charges. Comme le galet enrouleur agit sur le brin mou tout près de la jante de la poulie à laquelle il est appliqué, les ondulations et fouettements de ce brin produits par la marche se trouvent complètement arrêtés par le galet et ne se transmettent pas sur la poulie. Il en résulte que les décollements de courroie et les réductions des arcs d'enroulement produits par les ondulations et fouettements du brin

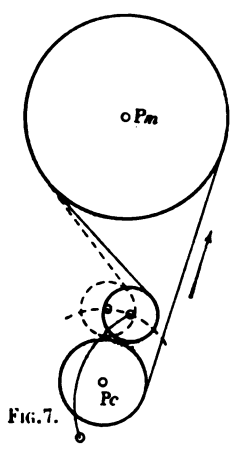


FIG. 7.

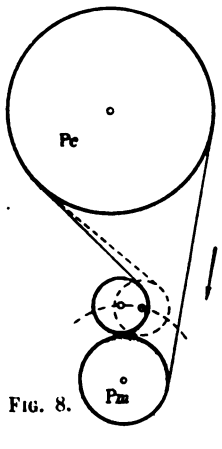


FIG. 8.

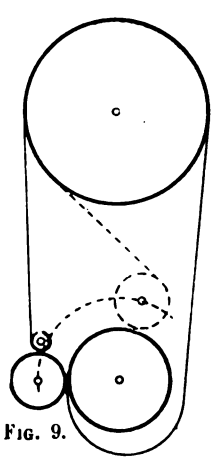


FIG. 9.

mou sont supprimés et que, par suite, la courroie se maintient constamment enroulée sur la poulie, suivant les angles d'enroulement théoriques correspondant aux positions successives de l'enrouleur.

L'arrêt par le galet enrouleur des ondulations et fouettements de la courroie, supprime les entraînements d'air entre la courroie et la poulie, dus à cette cause, et, par suite, la diminution d'adhérence qui en serait la conséquence.

Enfin le fonctionnement et la position mêmes du galet enrouleur annulent, au point de la courroie où le galet est placé, les effets très pernicieux pour l'entraînement que produit la force centrifuge.

Dans ces conditions, la commande Leneveu se trouve débarrassée des diverses causes qui obligent à tendre très fortement la courroie, et l'entraînement se produit sous toutes les charges, uniquement en vertu de l'adhérence qui résulte de l'amplitude des angles d'enroulement, et sans qu'il soit nécessaire de donner aucune tension à la courroie.

Il résulte de l'organisation et du mode de fonctionnement des commandes Leneveu que la courroie ne subit aucune tension initiale, et que pendant toute la durée de la marche le brin moteur seul subit une traction constamment égale à l'effort résistant de la poulie conduite, le brin mou étant simplement enroulé sur la poulie sous une faible pression du galet enrouleur. L'effort de traction sur la courroie et, par suite, sur les autres organes de la transmission, ne peut donc être supérieur à l'effort correspondant au travail maximum en vue duquel la transmission a été établie.

Il suffit donc que les divers organes composant la transmission puissent résister audit effort avec la même sécurité que l'on demande aux transmissions actuelles, et en les établissant ainsi, ils présenteront une sécurité beaucoup plus grande que celle que l'on obtient dans ces dernières, puisqu'ils n'ont à supporter l'effort maximum que pendant sa durée effective, au lieu d'avoir à supporter en permanence un effort quatre à six fois plus grand, comme cela a souvent lieu avec les transmissions telles qu'on les établit actuellement.

On peut réaliser ainsi une grande économie sur le prix d'établissement, surtout sur celui des courroies (1).

(1) Dans certaines installations, l'emploi de l'enrouleur Leneveu a permis de réaliser une économie de 81,3 °/₀ sur les courroies et de 72 °/₀ sur l'ensemble de l'installation. La suppression de la tension produit encore une économie très sensible de force motrice, par suite de la réduction du travail de frottement dans les tourillons qui en est la conséquence. On a pu économiser ainsi 9,70 chevaux sur 12, à pleine charge, et l'économie s'accroît au fur et à mesure que la charge diminue.

Comme les angles d'enroulement de la courroie sur les poulies sont beaucoup plus grands, avec le nouveau système de commande, qu'on ne pourrait les obtenir avec le système actuel, même en employant plusieurs renvois, les commandes Leneveu ont la propriété de transmettre parfaitement le mouvement de rotation, quels que soient les rapports entre les diamètres des poulies. C'est ainsi que, comme nous le verrons plus loin (fig. 13 à 16), dans certaines installations réalisées, on a pu passer de 85 tours à 1500, avec des poulies ayant respectivement 2m 960 et 0m 167 de diamètre, ce qui fait un rapport de 17,72 entre la grande poulie et la petite.

Pour la même raison, la distance entre les poulies n'influe en rien sur le fonctionnement des commandes Leneveu. Il suffit que l'on puisse passer entre les jantes un ou deux galets enrouleurs, suivant les dimensions relatives des poulies, pour que la commande fonctionne bien.

Cette faculté d'établir des commandes à toutes les distances, sans employer de renvois intermédiaires, permet évidemment de réaliser des économies importantes sur les prix d'installation, ainsi que sur les dépenses de marche et d'entretien. Elle permet aussi de réaliser des installations qui présentent le minimum d'encombrement, ce qui est un très grand avantage.

Des essais faits spécialement en vue de se rendre compte du glissement qui pourrait se produire avec l'enrouleur Leneveu, ainsi que des résultats obtenus dans les applications déjà nombreuses de ce sys-

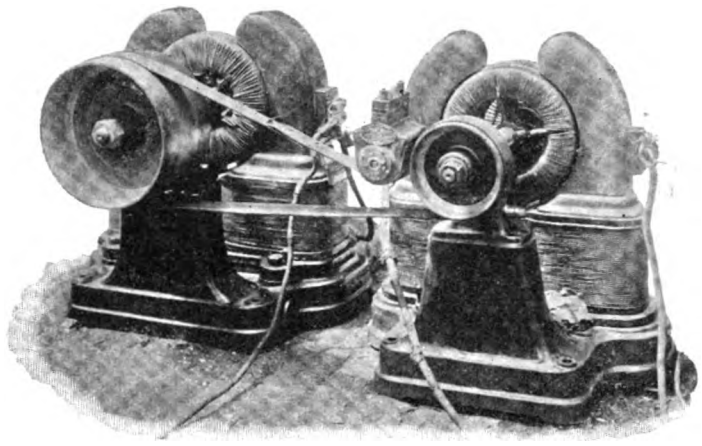


FIG. 10. — Essai d'un enrouleur Leneveu avec deux dynamos Gramme.

tème de commande, il résulte qu'il ne se produit pas d'autre glissement que celui connu sous le nom de glissement fonctionnel, lequel, variant de ½ à 2 °/₀, est inhérent à la constitution des courroies et ne peut être en aucun cas évité.

Dans ces conditions, on peut dire que la transmission du mouvement de rotation s'opère avec l'enrouleur Leneveu très sensiblement comme dans les transmissions à connexion invariable.

Enfin l'enrouleur Leneveu peut être utilisé comme embrayeur (fig. 10), soit en le disposant pour que l'on puisse à volonté enrouler la courroie autour de la poulie motrice, ou, au contraire, la désenrouler jusqu'à ce qu'elle ne la touche plus, soit en le disposant de façon à pouvoir faire passer à volonté la courroie sur poulie fixe ou sur poulie folle, comme cela se fait avec les transmissions actuelles. Dans l'un et l'autre cas, cet enrouleur constitue un embrayage très simple et qui offre une grande sécurité de fonctionnement.

Différence entre les tendeurs et les enrouleurs Leneveu. — L'aspect des enrouleurs Leneveu présentant, à première vue, une certaine analogie avec les dispositifs connus sous le nom de tendeurs, on peut se trouver porté à donner ce dernier qualificatif à l'enrouleur, bien que cet appareil soit pour ainsi dire l'opposé du tendeur.

En effet, les tendeurs, dont le nom est parfaitement justifié, ont pour but et pour effet d'augmenter, ou tout au moins de maintenir constante, la très grande tension que l'on donne habituellement aux courroies pour déterminer sur les poulies le frottement indispensable à leur entraînement. On place les tendeurs à la position qui se prête le mieux à leur installation, sans se préoccuper de la distance à laquelle le galet tendeur se trouve de l'une ou l'autre poulie et indifféremment sur l'un ou l'autre brin, suivant que l'installation est plus commode. On obtient ainsi quelques degrés de plus d'enroulement que si l'on n'employait pas de tendeur, mais ce faible accroissement n'a jamais servi de base à une réduction des dimensions de la courroie. On est même obligé d'employer des courroies plus fortes, en raison de ce qu'elles sont très fatiguées par les rouleaux tendeurs.

En résumé, les transmissions organisées avec des tendeurs présentent les mêmes défauts, aggravés par l'excès de tension, que comportent les transmissions ordinaires, sauf que l'on fait disparaître ainsi, du moins en partie, les glissements qui seraient dus à l'allongement de la courroie, les effets de cet allongement se trouvant annulés par la

Digitized by Google

pression du galet tendeur. En pratique, on considère l'emploi des tendeurs comme étant à éviter et on ne les emploie que lorsqu'il est impossible de faire autrement.

Au contraire, les enrouleurs Leneveu ont pour but et pour effet d'obtenir l'entraînement sans aucune tension de la courroie, en enroulant suffisamment le brin mou autour de l'une ou l'autre des deux poulies pour que l'adhérence nécessaire au fonctionnement de la transmission, depuis la marche à vide jusqu'à la pleine charge, soit produite pendant toute la durée du fonctionnement, exclusivement par la variation des angles d'enroulement.

Si l'on voulait donner aux enrouleurs Leneveu une dénomination ayant un rapport comparatif avec la dénomination des tendeurs, il faudrait les appeler « détendeurs de courroies » et si le capitaine Leneveu les a désignés sous le nom d'enrouleurs, c'est que cette dénomination correspond exactement à leur fonction.

L'installation des enrouleurs ne peut pas, comme celle des tendeurs, se faire d'une façon quelconque.

Le principe des enrouleurs consistant à enrouler tout d'abord le brin mou de la courroie le plus possible autour de la poulie, et à profiter de tout allongement de la courroie qui se produit pendant la marche, pour augmenter l'enroulement initial, il est indispensable que l'enrouleur soit organisé pour obtenir ce résultat, et de disposer en conséquence l'axe d'oscillation du galet enrouleur.

En principe, l'axe d'oscillation du galet enrouleur devrait coïncider avec l'axe de la poulie autour de laquelle oscille le galet. Cette position est celle qui répond le mieux au principe de la commande Leneveu ; mais pour appliquer l'enrouleur aux installations existantes, sans faire les frais qu'entraîneraient les modifications nécessaires pour l'installer avec son centre d'oscillation en coïncidence avec l'axe de la poulie, on recherche pour chaque cas particulier quelle est la position à donner au centre d'oscillation de l'enrouleur, en dehors de la poulie, pour que l'enroulement initial de la courroie soit suffisant pour assurer le bon fonctionnement de la commande à la mise en marche et pour qu'à tout allongement de la courroie pendant la marche et, par suite, à toute augmentation de la charge, corresponde un enroulement d'au-

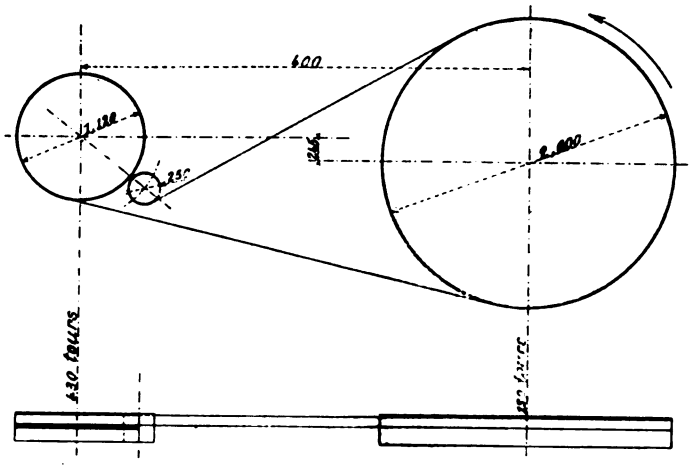


Fig. 11 et 12. — Transmission par courroie très étroite.

tant plus parfait que la charge est plus grande. Dans l'un et l'autre cas, la courroie est montée sans aucune tension, le galet enrouleur n'appuyant sur la courroie que juste ce qu'il faut pour vaincre sa raideur et bien assurer son enroulement.

C'est ainsi, par exemple, qu'une commande de 40 chevaux présentant un effort tangentiel de 306 kilogr. fonctionne jusqu'à 60 chevaux sans aucun glissement, le galet enrouleur étant appliqué sur la courroie avec une force correspondant à 3kg500, la poulie à laquelle est appliqué l'enrouleur ayant 250 millimètres de diamètre et faisant 750 tours.

Tous les ouvrages de mécanique traitant de la question du mouvement de rotation au moyen de poulies et de courroies indiquent théoriquement le moyen de calculer l'augmentation d'adhérence due à l'accroissement des angles d'enroulement ; aucun ne laisse même soupçonner que l'on puisse faire fonctionner pratiquement une transmission en employant des angles d'enroulement tels que l'on puisse supprimer complètement la tension de la courroie. C'est ce qui explique et justifie l'étonnement avec lequel les hommes les plus expérimentés constatent le fonctionnement des commandes du capitaine Leneveu.

Exemples d'application des enrouleurs Leneveu. — La maison Teisset, Vve Brault et Chapron, concessionnaire de l'exploitation des brevets relatifs aux enrouleurs et aux dispositifs spéciaux de construction et de graissage des paliers et des moyeux de poulies folles, a déjà exécuté de nombreuses applications du système de commande du capitaine Leneveu. Il nous paraît intéressant d'en citer quelques exemples :

1° Citons d'abord la commande d'une dynamo de 60 chevaux (fig. 11 et 12), par la poulie d'un moteur à gaz, au moyen d'une courroie qui peut passer à volonté sur une poulie fixe ou sur une poulie folle, cette courroie étant *assez peu large* pour se prêter à cette manœuvre, qui serait impossible avec une courroie ordinaire;

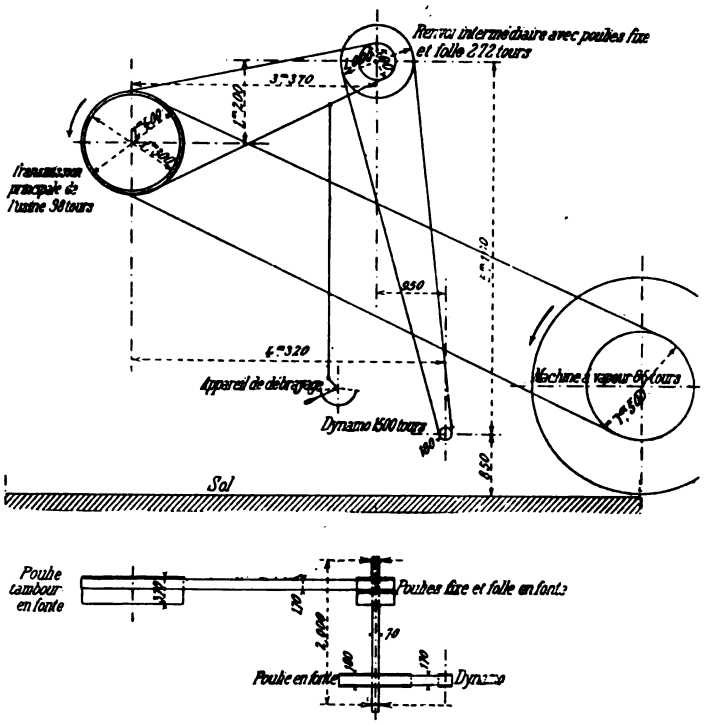


Fig. 13 et 14. — Ancienne transmission de 85 à 1 500 tours.

2° La dynamo d'éclairage des ateliers de MM. Teisset, Vve Brault et Chapron, à Passy, était commandée comme le représentent les figures 13 et 14. Cette commande, très encombrante, absorbait 18 chevaux alors que la dynamo ne produisait que 13 à 14 chevaux de tra-

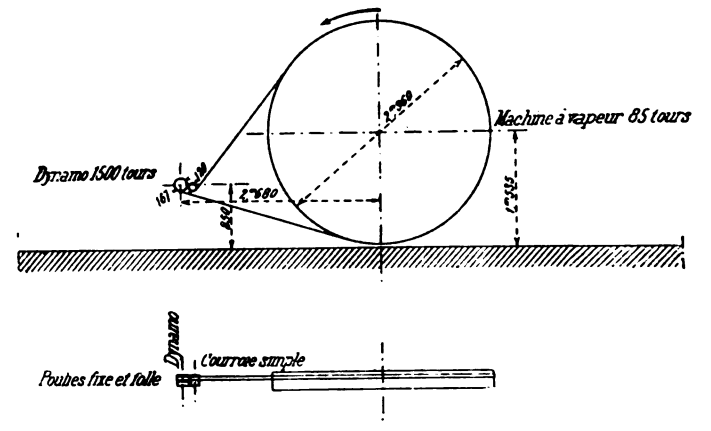


Fig. 15 et 16. — Nouvelle transmission de 85 à 1 500 tours.

vail utile. Elle a été remplacée par une commande Leneveu dont les conditions d'installation sont représentées par les figures 15 et 16, et qui ne comporte qu'une courroie de 40 millimètres de largeur sur 5 d'épaisseur.

Le travail absorbé par la dynamo pour l'éclairage de l'usine est

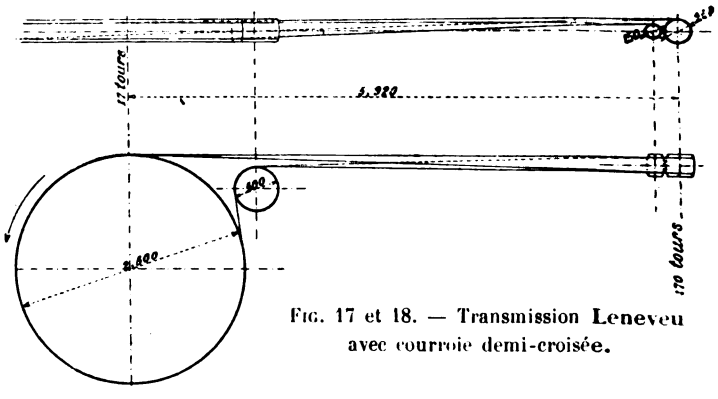


Fig. 17 et 18. — Transmission Leneveu avec courroie demi-croisée.

tombé de 18 chevaux à 14. D'autre part, la simplicité de la nouvelle commande présente, en outre, l'avantage de ne coûter que 407 francs, tandis que l'installation primitive coûtait 891 francs;

3° Au château de Chanzay, on avait installé une commande comportant l'attaque d'une dynamo de 25 chevaux au moyen d'une poulie

Digitized by Google

motrice horizontale et, par conséquent, par courroie demi-croisée. Cette commande n'a pu fonctionner que quelques jours, parce que la courroie était très rapidement détériorée, au point de ne pouvoir plus servir.

On l'a remplacée par une commande Leneveu installée dans les conditions représentées par les figures 17 et 18, elle a dès lors fonctionné de façon très satisfaisante;

4° Deux roues d'engrenage (figurées en pointillé sur les figures) ayant été cassées à la papeterie de Jean-d'Heurs (Meuse) et l'usine se trouvant, de ce fait, arrêtée pour un temps assez long, on a substitué à ces deux roues une commande Leneveu par poulies, courroies et

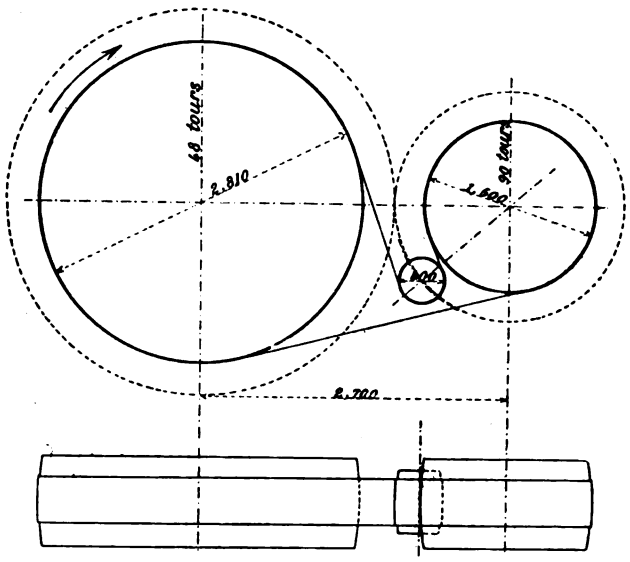


Fig. 19 et 20. — Remplacement d'une transmission par engrenages par une transmission avec enrouleur Leneveu.

enrouleur, dont les conditions d'établissement sont indiquées sur les figures 19 et 20.

Cette commande, qui absorbe 150 chevaux, est particulièrement intéressante. On n'avait, entre les deux poulies, que juste la place de faire passer un galet enrouleur de petit diamètre, et la vitesse de la courroie n'était que de 7m 064 par seconde. Malgré ces conditions, exceptionnellement défavorables à la commande par courroie, cette installation fonctionne d'une façon très satisfaisante.

Ch. Dantin.

TRAVAUX PUBLICS

TRANSBORDEUR DE 400 MÈTRES DE LONGUEUR

proposé pour la traversée de la Gironde, à Bordeaux.

(Planche VIII.)

Depuis quelques années, les services des ports fluviaux à régime maritime ont été amenés à rechercher des moyens de transbordement d'une rive à l'autre, permettant de satisfaire l'activité de la circulation urbaine sans interrompre la navigation. Des ouvrages spéciaux ont été créés dans ce but et se sont rapidement perfectionnés durant une période qui commence à l'apparition des bacs, puis des ferry-boats, pour se continuer par la construction de plus en plus fréquente des ponts transbordeurs.

A Bordeaux, le problème se pose dans des conditions particulièrement pressantes. Depuis longtemps le pont en maçonnerie, seul moyen de communication (abstraction faite du pont du chemin de fer) entre les deux rives, rejeté d'ailleurs à l'une des extrémités de la ville, est notoirement insuffisant. Les embarras résultant de la circulation intense des chars, des voitures et des piétons sont connus de tous ceux qui ont visité notre grand port du sud-ouest, et on comprend tout l'intérêt qui s'attache à la création d'un pont transbordeur placé en un autre point du port.

La construction de cet ouvrage est décidée, en principe, mais son emplacement exact n'est pas encore définitivement fixé. Il y a cependant tout lieu de croire que l'endroit choisi sera celui indiqué sur le plan ci-joint (fig. 1) entre la nouvelle gare d'Orléans et le Cours du Médoc ou tout au moins dans son voisinage.

Les dimensions de l'ouvrage projeté, dont la portée doit atteindre 400 mètres, le font sortir du type ordinaire des ponts transbordeurs suspendus, actuellement exécutés. Aussi croyons-nous intéressant de décrire le projet de pont transbordeur à éléments rigides que MM. Daydé et Pillé ont étudié, dès 1901, pour franchir la Gironde. Les dimensions principales de cet ouvrage seraient les suivantes :

Distance entre les nus des culées	mètres	400
Distance d'axe en axe des points de rencontre de la ligne moyenne des arcs avec le niveau du sol.	—	425
Flèche des arcs.	—	100
Distance des arcs	—	24
Hauteur libre sous poutre de roulement.	—	46
Longueur des nacelles	—	22
Largeur des nacelles (partie centrale 8 mètres et deux trottoirs de 2 mètres).	—	12
Capacité de charge d'une nacelle	tonnes	100

Description sommaire. — Le système transbordeur comprend deux nacelles pouvant porter chacune 100 tonnes. Ces nacelles, pouvant circuler dans le même sens ou dans un sens opposé, sont disposées pour recevoir les voitures les plus encombrantes, attelées de huit chevaux au besoin et, par conséquent, permettent le transbordement des véhicules les plus lourds circulant sur les quais.

Elles sont suspendues chacune à un châssis pouvant circuler sur des chemins de roulement établis à une hauteur suffisante pour laisser le

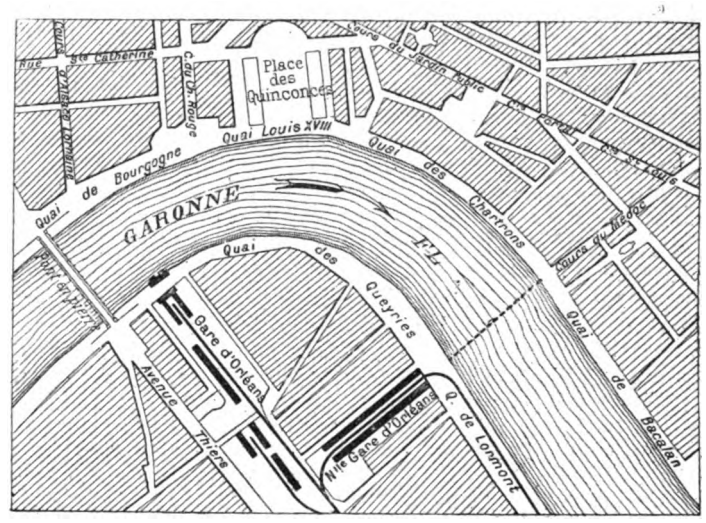


Fig. 1. — Plan de situation du transbordeur projeté à Bordeaux.

passage libre, à haute mer, aux plus hautes mâtures de navire. (La hauteur libre prévue est de 46 mètres au-dessus des plus hautes eaux; elle peut être augmentée facilement et sans grand accroissement de dépenses.)

Les chemins de roulement sont fixés à une poutre à paroi horizontale ayant comme longueur la largeur de la rivière. Cette poutre est supportée dans le cours par un grand arc s'appuyant sur les culées et à ses extrémités par des portiques. Son rôle est d'intervenir dans le contreventement et dans la stabilité de l'ouvrage.

Arcs. — Les deux arcs formant fermes principales sont distants de 24 mètres d'axe en axe et sont réunis par des contreventements dans le plan des deux membrures; ils supportent la poutre horizontale de roulement pour les nacelles.

Les fermes en arc sont d'un type nouveau qui n'a pas encore été exécuté, pensons-nous.

Ainsi que l'indique le schéma ci-dessous et les figures de la

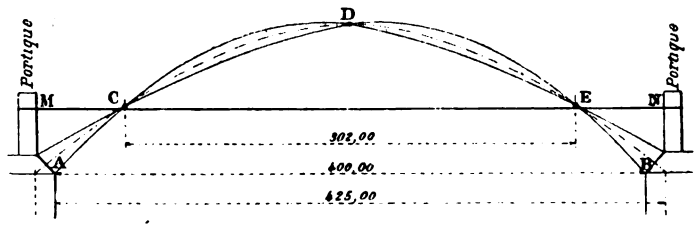


Fig. 2. — Schéma du transbordeur de 400 mètres de longueur.

planche VIII, la partie centrale C, D, E, constitue un arc à trois articulations, et les parties qui le prolongent C A et E B, sont assimilables à de véritables piles inclinées, encastrées en A et B sur leurs bases d'appui. On peut donc définir ce type : arc encastré à trois articulations.

Ce système présente, au point de vue de la légèreté, tous les avantages des arcs encastrés. D'autre part, les résultantes des réactions, dans la section d'encastrement, étant statiquement connues, aucune incertitude n'est permise et on conçoit l'importance de cette simplification pour des arcs d'une telle portée et chargés dans des conditions aussi défavorables. Ces arcs ont, en effet, une portée de 425 mètres et doivent supporter deux charges concentrées mobiles de 180 tonnes

Digitized by Google

chacune, y compris le poids mort, pouvant se croiser en un point quelconque ou marcher de front. Ils doivent, en outre, résister aux vents les plus défavorables, dans les conditions imposées par la circulaire ministérielle du 29 août 1891, soit un vent de 170 kilogr. agissant en même temps que le poids mort et la surcharge, cette dernière étant toujours considérée dans la position la plus défavorable pour chaque élément, ou un vent de 270 kilogr. agissant en même temps que le poids mort.

Les membrures des arcs sont constituées par des poutres en caisson

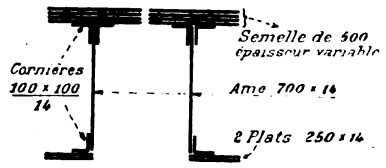


FIG. 3.

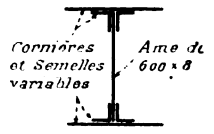


FIG. 4.

(fig. 3) et les montants qui les réunissent ont une section en forme de double T (fig. 4) et sont espacés de 12m 50.

Les diagonales et les barres de contreventement sont à section rectangulaire avec cornières d'angles réunies sur quatre faces par des barres de treillis.

Les réactions sur les rotules C et E (fig. 2) dans le plan des arcs sont transmises directement aux parties inférieures C A et E B; les réactions transversales qui résultent du vent et qui représentent, en somme, les efforts tranchants dus au vent aux points C et E sont supportées par la poutre horizontale de contreventement MN qui s'appuie sur les portiques d'extrémité auxquels elle transmet ces efforts.

Les parties inférieures des arcs C A et E B sont constituées chacune, pour chaque retombée de chaque arc, par quatre membrures de section analogue à celle des arcs supérieurs, mais qui, partant des rotules, vont en s'écartant dans le sens transversal, de manière à être espacées de 5 mètres à la base.

Chaque retombée a ainsi une forme analogue à une pile inclinée.

Ces piles sont entretoisées à leur sommet, immédiatement au-dessous des rotules C et E; elles ne le sont pas plus bas, pour permettre aux suspensions des nacelles de passer entre elles. Leur stabilité est assurée, au point de vue des efforts transversaux dus au vent, parce qu'elles s'appuient à leur partie supérieure, en C et E, sur la poutre horizontale MN qui est étudiée pour résister aux réactions qui en résultent et les transmettre aux portiques extrêmes; de plus, elles sont encastrées à leur base.

La stabilité de ces piles, ou parties inférieures des arcs, est assurée dans le plan des arcs car leurs dimensions sont telles que les résultantes des forces qui les sollicitent aux rotules ou aux différents points de leur longueur, et provenant du poids mort, des surcharges et du vent combinés, de manière à produire les efforts les plus défavorables, ne sortent jamais de leur base.

Poutre horizontale supérieure de contreventement. — La poutre MN a une hauteur hors cornières de 27 mètres; elle est suspendue aux arcs dans la partie centrale à l'aide de tiges en fers ronds et supportée au-dessus des retombées par des colonnes s'appuyant sur ces retombées. Les suspensions et les colonnes sont espacées de 12m 50 et correspondent aux montants des arcs.

Cette poutre est formée de deux membrures en tôle et cornières, formant caisson (fig. 5), distantes de 27 mètres hors cornières, comme

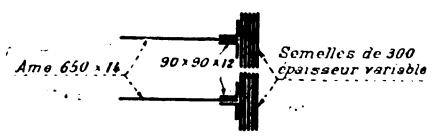


FIG. 5.

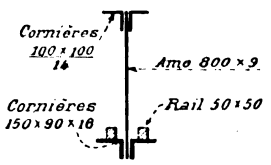


FIG. 6.

nous l'avons dit, et réunies à des intervalles égaux de 12m 50 par des entretoises en forme de double T correspondant aux suspensions dans la région comprise entre les rotules, et par des entretoises porteuses, également espacées de 12m 50, s'appuyant sur les colonnes qui reposent sur les retombées; ces entretoises ont une section en forme de double T avec paroi en treillis et une hauteur de 2m 20 hors cornières.

Les membrures sont en outre réunies par les diagonales du contreventement. La poutre est étudiée pour transmettre aux portiques extrêmes tous les efforts transversaux exercés par le vent agissant sur elle-même, sur le chemin de roulement, sur la moitié supérieure des colonnes, sur la moitié inférieure des suspensions, ainsi que ceux que lui transmettent aux points C et E les arcs supérieurs et les retombées.

Chemins de roulement. — Les chemins de roulement sont formés par des rails carrés fixés sur les membrures inférieures de poutres spéciales dont la section est représentée ci-dessus (fig. 6).

Le nombre de galets supportant chaque nacelle est de soixante-quatre et, par suite des dispositions adoptées, la charge se répartit également sur tous dans le cas de la surcharge totale.

Les chemins de roulement sont fixés aux entretoises de la poutre horizontale, sous cette poutre; à chaque point d'attache de poutre de roulement correspond, dans la région centrale, un point d'attache de deux tiges de suspension s'écartant en patte d'oie pour aboutir aux membrures inférieures des deux arcs.

Au-dessus des retombées, les poutres transversales, dont nous avons parlé ci-dessus, sont capables de supporter les poutres de roulement en charge.

Portiques. — Les portiques (fig. 2 et 4, pl. VIII) ont pour but de supporter les réactions horizontales de la poutre de contreventement; ils sont constitués et contreventés pour résister à ces réactions et les transmettre aux culées; leur poids et les puissants ancrages qui les réunissent aux massifs de fondation assurent leur stabilité.

Dans chacun des portiques, on installera un ascenseur vertical permettant d'atteindre le niveau de la poutre MN décrite ci-dessus. Cette poutre supportera une passerelle permettant aux piétons de circuler librement, et sans interruption, d'une rive à l'autre. En outre, une passerelle règnera également dans le plan des membrures inférieures des arcs, pour rendre accessible le sommet des arcs situé à 100 mètres au-dessus du niveau du fleuve, d'où les visiteurs pourront embrasser le panorama de la ville et de ses environs.

Nacelles. — Les nacelles sont supportées par des tiges de suspension obliques, en fer rond, disposées pour assurer leur stabilité en tous sens, même sous l'action des plus grands vents.

Ces suspensions sont disposées de manière à répartir également les charges sur les balanciers portant les galets de roulement par l'intermédiaire d'un châssis articulé.

La charge d'une nacelle est de 100 tonnes; la durée du trajet deux minutes, en charge maximum, avec une puissance de 150 chevaux.

En comptant sur quatre minutes pour l'embarquement et le débarquement, soit en tout six minutes, la capacité de ce transbordeur, accessible aux plus lourdes voitures, serait de 1 000 tonnes à l'heure, soit 10 000 tonnes par jour et 3 millions de tonnes environ par an, ce qui assurerait un débouché largement suffisant à la circulation, aussi intense qu'on puisse la concevoir.

INDUSTRIES TEXTILES

PROTECTION CONTRE LE SAUT DE LA NAVETTE dans les métiers à tisser.

(Suite et fin [1].)

Garde-navette Weiss-Frézard. — Le garde-navette de Mme Weiss-Frézard, constructeur à Ronchamp (Haute-Saône), est représenté par les figures 17 à 20.

Il est construit en tôle d'acier doux, et la protection de la navette

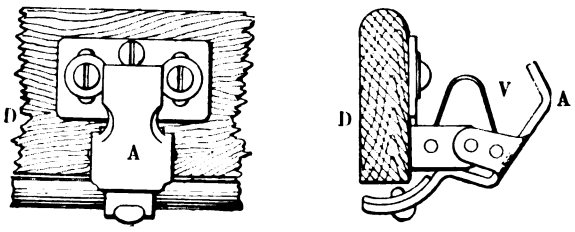


FIG. 17 et 18. — Position pour le rentrage au peigne.

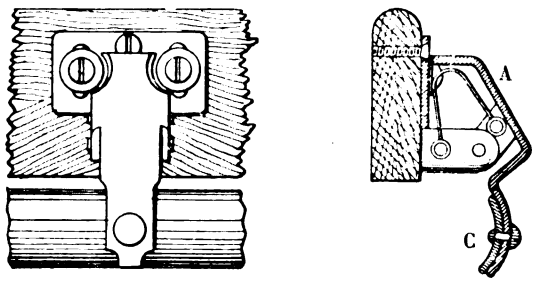


FIG. 19 et 20. — Position pendant la marche du métier.

FIG. 17 à 20. — Garde-navette Weiss-Frézard.

est assurée par une lame cintrée C, fixée à des supports A. Chacun d'eux est articulé, au moyen d'un axe, à un support vissé au chapeau D du battant. Une lame-ressort V, fixée d'une part au support A, tend à ramener le garde-navette dans sa position de marche.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 7, p. 105.

Digitized by Google

Lorsque l'ouvrier veut changer la navette, détisser, etc., il appuie la main sur l'appareil, qui se ferme comme l'indiquent les figures 17 et 18. Dans cette position, les supports articulés A doivent venir s'appuyer contre le support fixe B, de telle sorte que la lame protectrice C ne vienne pas buter contre le chapeau D, ce qui empêcherait la fermeture complète de l'appareil.

Aussitôt que le métier se remet en marche, le garde-navette reprend automatiquement sa position primitive, représentée par les figures 19 et 20.

Garde-navette Koch. — Le garde-navette Koch est représenté par les figures 21 à 25.

Il se compose d'une tringle métallique *a* en fer rond, coudée à ses deux extrémités, en *b*, à angle droit et se terminant par un retour *c*, parallèle à la tringle *a*. Celle-ci peut ainsi coulisser librement dans ses supports *d*. Ils sont formés d'une tôle fixée sur le battant *h* du métier. Cette tôle, découpée et pliée, présente une partie verticale *e*, cintrée et flexible, qui limite le mouvement de bascule de la partie *b* et oblige

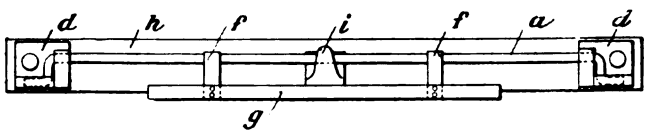


FIG. 21.

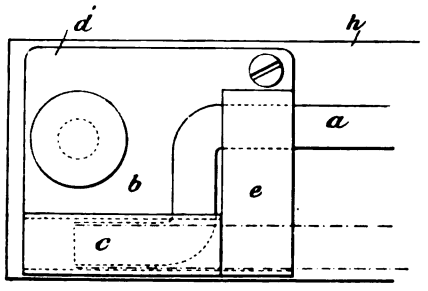


FIG. 22.

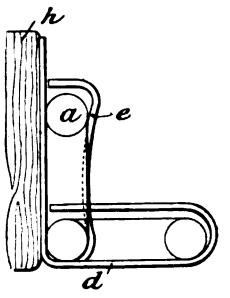


FIG. 23.

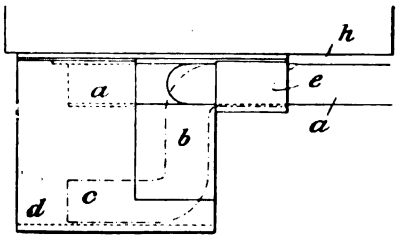


FIG. 24.

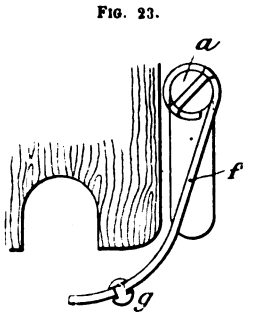


FIG. 25.

FIG. 21 à 25. — Garde-navette Koch.

en même temps à exercer un effort dans le sens voulu sur la tringle *a* pour l'amener d'une de ses positions-limites à l'autre.

Quant au guide *g*, il est formé d'une tôle présentant le profil représenté par la figure 25, afin d'être rigide longitudinalement.

Des entretoises *f*, dont le nombre varie avec la longueur de ce guide, le relient à la tringle *a*. Ces entretoises sont formées chacune d'un fer plat émoulé et goupillé à l'une de ses extrémités sur la tringle *a*, tandis que son autre extrémité est rivée au guide.

Pour supporter intermédiairement la tringle *a*, on emploie de petits supports *i*, découpés dans une tôle, pliée ensuite en forme de crochet et fixés par des vis au battant *h*.

La figure 21 représente l'appareil, le guide étant rabattu sous le battant et, sur la figure 22, le trait mixte indique la position de la tringle, le guide étant disposé pour la marche du métier.

Sur la figure 24, qui est une vue en plan de l'extrémité représentée par la figure 22, le trait plein figure le guide dans sa position lorsqu'il est rabattu sous le battant ; le trait mixte montre sa position lorsque le métier fonctionne.

Enfin, la figure 25 montre le mode de liaison de la tringle et du guide.

Pour amener le garde-navette de la position représentée par la figure 21 à celle qui est représentée par le trait mixte de la figure 24, où il guide la navette, il suffit de tirer à soi le guide *g*, ce qui fait glisser les deux extrémités *b* et *c* de la tige *a* dans les supports *d* d'une des positions extrêmes à l'autre.

Un perfectionnement récent vient d'être apporté par M. P.-J. Koch à son appareil. Les garde-navettes, qui guident bien la navette dans le sens longitudinal, ne l'empêchent pas de s'échapper du métier par les côtés de celui-ci, lorsqu'elle arrive à l'une des extrémités de sa course normale.

Pour remédier à cet inconvénient, M. Koch complète son garde-navette par un volet latéral qui, s'il n'empêche pas la navette de s'échapper du métier, lui imprime du moins une direction l'empêchant d'atteindre les ouvriers. Ce volet absorbe, en même temps, une grande partie de la force vive de la navette.

Les figures 26 et 27 représentent ce dispositif en élévation longitudinale et en coupe transversale.

Sur le battant *a* du métier est fixé, soit par un boulon *b*, soit de

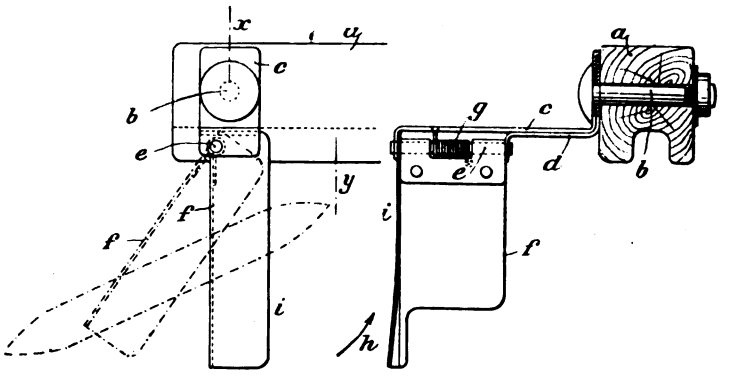


FIG. 26 et 27. — Volet latéral.

toute autre manière, un support formé de deux tôles *c* et *d* portant un axe *e*, sur lequel est articulé un volet *f*. Celui-ci est constitué par une tôle convenablement découpée et pliée. Sur l'axe *e* est également monté un ressort à boudin *g*, dont l'une des extrémités est fixée sur le volet *f* et l'autre sur le support formé des tôles *c* et *d*.

Ce ressort tend constamment à imprimer au volet *f* un mouvement de rotation autour de *e*, dans le sens de la flèche *h*. La joue *i* du volet limite l'amplitude du mouvement dans le même sens, en butant contre la face inférieure de la tôle *c*.

Il résulte de ce dispositif que, si la navette s'échappe du métier dans une direction parallèle ou presque parallèle au battant *a*, elle rencontre le volet *f*. Sous le choc, et malgré la résistance du ressort *g*, ce volet prendra la position oblique indiquée en traits mixtes sur la figure 26. La navette, glissant sur le plan incliné ainsi déterminé, prendra une direction oblique de haut en bas, en passant sous le volet *f*. L'ailette *i*, descendant plus bas que ce dernier, empêchera la navette de dévier vers l'avant du métier. Puis, la navette passée, le volet *f*, sous l'action du ressort *g*, reprendra sa position primitive.

Garde-navette Brendel. — Le garde-navette de M. Brendel, de Saint-Dié, présente de grandes analogies avec le garde-navette Hurst, décrit plus haut, mais il a été étudié de manière à donner à ses organes une résistance plus grande.

Le jeu des articulations est rattrapé au moyen de forts ressorts à boudin R (fig. 28 à 31) agissant constamment sur les axes *o*, ce qui

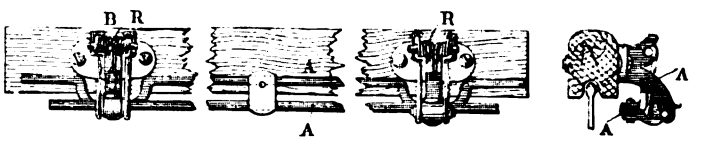


FIG. 28. — Position de l'appareil pendant le rentrage au peigne. FIG. 29. — Support B.

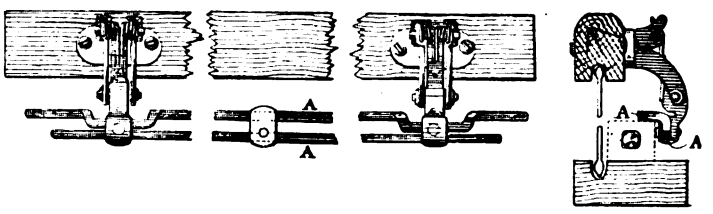


FIG. 30. — Position de l'appareil pendant la marche du métier. FIG. 31. — Support B.

FIG. 28 à 31. — Garde-navette Brendel.

tend à augmenter la durée de l'appareil. Les tringles protectrices A sont carrées. Elles se replient complètement d'équerre, de l'avant à l'arrière, laissant ainsi le champ libre à l'ouvrier pour les opérations qu'il peut avoir besoin d'effectuer. Une légère pression sur les tringles suffit pour amener l'appareil dans la position de rentrage au peigne et, au premier coup de battant, le garde-navette reprend automatiquement la position de marche.

Garde-navette A. Perret. — Cet appareil, construit par M. A. Perret, de Roanne, se compose (fig. 32 et 33) de galets tronconiques en bois, *a*, dont le nombre varie avec la largeur du métier. Ces galets sont montés fous sur des tringles métalliques *b* dont une extrémité est fixée dans le battant *d* du métier, tandis que l'autre extrémité pré-

Digitized by Google

sente une tête *c* qui supporte le galet. Sur la longueur de la tringle *b* est ménagée une partie coudée *e*, destinée à faciliter le réglage des galets.

L'écartement de ceux-ci est inférieur à la longueur de la navette *f* et assez faible pour que le guidage de celle-ci soit bien assuré. On voit que ces galets remplacent ici les anneaux-guides du système Sconfietti.

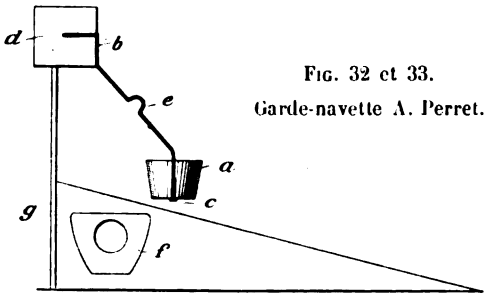


FIG. 32 et 33.
Garde-navette A. Perret.

FIG. 32.

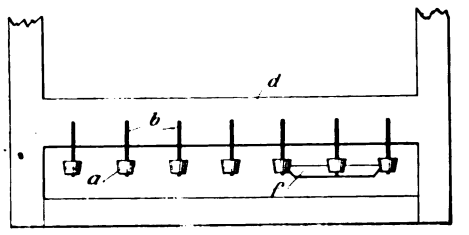


FIG. 33.

DE L'EMPLOI COMPARÉ DES PARE-NAVETTES ET DES GARDE-NAVETTES. — Ni l'un ni l'autre de ces deux types de dispositifs protecteurs ne donnent, à l'heure actuelle, une solution complète et parfaite du problème. L'un et l'autre présentent des avantages et des inconvénients.

Les pare-navettes ont pour eux leur simplicité et leur faible prix. On leur reproche de n'assurer qu'une protection incomplète. Non seulement ils ne protègent pas le tisseur contre les sauts de navette qui ne se produisent pas sur le flanc droit ou sur le flanc gauche du métier, mais, pour ceux-là même, on n'est jamais certain que la trajectoire de la navette viendra bien rencontrer l'écran protecteur et qu'elle ne passera pas à côté. Pour diminuer ce risque on est conduit à donner au pare-navette des dimensions importantes et il peut devenir alors encombrant, gênant pour le travail.

Les garde-navettes présentent des inconvénients d'un autre ordre. On leur reproche de diminuer l'éclairage à l'endroit du peigne, d'être une cause de gêne pour la manipulation des fils, de déterminer dans le tissu des malfaçons préjudiciables au travail et qui sont une cause de perte pour l'industriel et pour l'ouvrier.

Les Pouvoirs publics ont reconnu qu'il n'était pas nécessaire d'imposer l'emploi d'un de ces protecteurs dans tous les métiers à tisser. Dans une circulaire ministérielle du 18 novembre 1901, M. Millerand, alors ministre du Commerce, s'exprimait ainsi :

Un certain nombre de réclamations m'ont été adressées par des industriels qui avaient été mis en demeure d'adapter des appareils tels que garde-navettes ou pare-navettes, à leurs métiers à tisser pour prévenir les accidents qui se produisent du fait du saut des navettes.

Le Comité consultatif des Arts et Manufactures a été appelé à donner son avis sur les pourvois formés par les industriels. Il résulte des observations échangées au cours de l'examen auquel il a procédé que l'obligation d'installer des pare-navettes ou des garde-navettes ne semble pas devoir être exigée pour les métiers à tisser qui battent sans que la navette puisse sauter ou produire d'accidents.

Ces conditions de sécurité seraient remplies, suivant les considérations développées au sein du Comité, lorsqu'il s'agit de métiers à tisser les petites largeurs, tels que ceux qui tissent les bretelles, les rubans, la passementerie, ou de métiers circulaires, ou de métiers dont la navette est lancée à la main, ou enfin de métiers à tisser les grandes largeurs qui battent lentement, c'est-à-dire moins de cent coups à la minute.

Par suite, les mises en demeure qui s'appliqueraient à des métiers appartenant aux catégories qui viennent d'être énumérées devront être considérées comme non avenues, et vous voudrez bien en informer les industriels intéressés.

Au contraire, celles qui s'appliquent à des métiers autres que ceux ci-dessus visés, devront être également maintenues, et vous avertirez les industriels de la décision prise à leur égard, en les avisant en même temps qu'il leur appartient de faire choix, sous leur responsabilité, de tel ou tel appareil pour protéger leurs ouvriers contre le saut des navettes.

Il y a donc un certain nombre de métiers à tisser pour lesquels le Ministère du Commerce reconnaît qu'il n'est pas nécessaire de recourir soit au garde-navette, soit au pare-navette.

Pour les métiers qui nécessitent l'emploi d'un protecteur, nous estimons qu'il n'est pas possible, actuellement, d'imposer l'emploi général du garde-navette. Il convient de laisser à chaque industriel, suivant les travaux qu'il exécute, les matières qu'il met en œuvre, le soin et le droit de peser les avantages et les inconvénients des deux types généraux de protecteurs et de se décider, suivant ses convenances, pour le pare-navette ou pour le garde-navette.

Henri MAMY,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Directeur de l'Association des Industriels de France contre les Accidents du Travail.

CHIMIE INDUSTRIELLE

LA CATALYSE ET SES APPLICATIONS

L'étude et le contrôle scientifique des phénomènes catalytiques, que Berzélius a été le premier à signaler, en 1835, ont fait l'objet, en ces dernières années, d'un grand nombre de recherches. Diverses découvertes récentes n'ont été faites que par l'intervention d'opérations catalytiques. La synthèse de l'indigo, par exemple, comporte une catalyse parmi ses facteurs essentiels : l'oxydation de la naphtaline par l'acide sulfurique ne peut être conduite d'une façon suffisamment régulière qu'en présence du mercure. L'acide sulfurique lui-même n'est d'ailleurs obtenu que par action catalytique.

Le professeur Ostwald, dans une conférence au Congrès des naturalistes et des médecins allemands, à Hambourg (1), après avoir défini les agents catalytiques comme des substances qui modifient la rapidité d'une action chimique sans apparaître elles-mêmes dans les produits finals, a fait une étude complète des réactions catalytiques qu'il classe en quatre groupes : séparations dans les solutions sursaturées, catalyse dans les mélanges homogènes, catalyse dans les mélanges hétérogènes, action des enzymes.

Dans une étude récente (2), M. Conroy a repris l'examen de cette importante question de la catalyse et de ses applications dans les réactions inorganiques et dans les réactions organiques. Nous allons résumer ses intéressantes conclusions.

Après quelques considérations théoriques, l'auteur rappelle qu'il faut principalement envisager, dans les phénomènes catalytiques, le fait que, au moyen de certaines substances, nous pouvons effectuer des réactions qui sont pratiquement impossibles dans d'autres conditions.

Les agents catalytiques peuvent être solides, liquides ou gazeux; c'est ainsi qu'interviennent : la vapeur d'eau pour provoquer l'explosion de certains mélanges, les oxydes d'azote dans la fabrication de l'acide sulfurique par les chambres de plomb, les acides dans l'inversion du sucre, le platine dans un grand nombre de cas.

M. Conroy étudie ensuite les applications de la catalyse, en les classant en réactions inorganiques et réactions organiques.

Réactions inorganiques. — La réaction la plus importante, jusqu'à ces derniers temps, était celle utilisée pour la fabrication du chlore par le procédé Deacon, qui consiste à oxyder l'acide chlorhydrique par l'oxygène de l'air, en présence de sels de cuivre et à la température de 450 à 500 degrés.

Un procédé inverse, celui de Pataky, permet d'obtenir, sans danger et d'une façon continue, la combinaison de chlore et d'hydrogène, en faisant passer les gaz sur du charbon grossièrement pulvérisé et en réglant la température au moyen d'un bain-marie. D'ailleurs, une usine française, qui utilise le procédé électrolytique Outhenin-Chalandre, transforme une partie de son chlore en acide chlorhydrique, en brûlant de l'hydrogène dans une atmosphère de chlore.

Une autre application intéressante de la catalyse est le procédé Imhoff, qui est basé sur l'emploi d'un chromate ou bichromate alcalin, dans la solution de chlorure qui doit être soumise à l'électrolyse, en vue de la fabrication des chlorates.

Le procédé Claus, qui consiste dans la combustion d'hydrogène sulfuré pour préparer le soufre, repose aussi sur une action catalytique : le gaz contenant environ 25 % d'acide sulfhydrique est oxydé partiellement par l'air, en passant sur un oxyde de fer spécial maintenu à une température déterminée.

MM. Carey et Heslop ont proposé un appareil permettant de transformer en acide sulfurique un mélange de SO^2 et H^2S, et reposant sur un fait analogue. Enfin, l'auteur étudie la fabrication de l'acide sulfurique par les procédés de contact, qu'il divise en procédés utilisant le platine et en procédés utilisant les oxydes.

Parmi les premiers, il étudie tout d'abord le procédé de la « Badische Anilin und Soda Fabrik », et montre les difficultés que l'on a rencontrées dans cette fabrication : purification et refroidissement des gaz, obtention de la température voulue, etc.

Parmi les matières de contact, l'amiante platinée est la plus employée. Ce produit présente l'inconvénient de s'agglomérer en blocs sous l'influence de très faibles pressions. La Badische a obvié à cet inconvénient en répartissant l'amiante par petits paquets sur des plaques perforées, séparées les unes des autres par des intervalles convenables.

L'« Actiengesellschaft für Zink-Industrie » emploie, au lieu d'amiante, des sels solubles qui doivent être tels qu'ils ne subissent pas de modification au contact de l'anhydride sulfurique ; les phosphates ou sulfates sont particulièrement indiqués pour cette opération. Le grand avantage de ce procédé est la préparation facile de la masse de contact et l'égale répartition du platine. De plus, ce métal est facilement récupéré, lorsque la masse devient inactive. Le mode d'opération est

(1) *Zeitschrift für Elektrochemie*, n° 7, 1901.
(2) *Moniteur Scientifique*, mars 1903.

Digitized by Google

le suivant : on fait une solution du chlorure de platine et du sel employé, on évapore le tout à sec et on broie le produit en grains de grosseur uniforme. Une masse à 0,1 % de platine présenterait une activité suffisante.

Parmi les procédés à oxydes métalliques, le principal est celui du « Verein Chemischer Fabriken », à Mannheim. En employant des cendres provenant du grillage des pyrites et contenant, par conséquent, de l'oxyde de fer, cette usine a obtenu d'excellents rendements.

On peut, au lieu d'oxyde de fer, employer quelques autres oxydes métalliques.

Réactions organiques. — La fabrication du formol ou aldéhyde méthylique, qui a pris une grande extension depuis qu'on utilise ce produit comme antiseptique, est basée sur une réaction catalytique : l'alcool méthylique est oxydé partiellement, en passant sur une éponge de platine.

D'ailleurs, Trillat a montré que les alcools non saturés sont, dans les mêmes circonstances, transformés d'une façon analogue; il a pu ainsi préparer la vanilline en partant de l'isoeugénol.

Un autre produit, devenu intéressant par ses applications industrielles, le tétrachlorure de carbone, peut aussi se préparer par voie catalytique. Ce composé, qui est fort recherché, à cause de son incombustibilité et de son faible point d'ébullition, et qui peut remplacer l'éther, le pétrole, le sulfure de carbone, etc., se prépare généralement par l'action du chlore sur le sulfure de carbone.

Klason a montré que cette réaction a de mauvais rendements, lorsqu'elle a lieu directement, tandis que la production est augmentée considérablement, lorsqu'elle se passe en présence d'iode, de pentachlorure d'antimoine, etc.

L'oxydation de la naphtaline en acide phtalique, par action de l'acide sulfurique, en présence de mercure, est encore un phénomène de catalyse. On sait que cette oxydation constitue l'un des temps de l'oxydation de l'indigo.

En terminant son étude, l'auteur essaie de classer les différentes actions catalytiques. Une première classe comprendrait, suivant les indications données par Ostwald, la séparation d'une substance dans les solutions sursaturées. Le caractère d'une telle réaction serait plutôt d'ordre physique que d'ordre chimique. Les autres réactions catalytiques pourraient être séparées en deux classes :

1° Celles où la substance catalytique est le platine ou un corps susceptible d'occlure les gaz ;

2° Celles où la substance catalytique est un composé susceptible de réagir avec un des corps entrant en jeu dans la réaction principale.

Dans la première catégorie rentrent les dissociations, les oxydations, les réductions; dans la seconde, les réactions telles que l'oxydation de la naphtaline, la formation d'anhydride sulfurique en présence d'oxyde de fer.

L. G.

JURISPRUDENCE

LES INDUSTRIES INCOMMODES

La réglementation à laquelle sont astreints les établissements dangereux, insalubres et incommodes (fabriques, usines, ateliers, etc.), dans un intérêt de sécurité et de salubrité pour les propriétés voisines, a été établie par le décret du 15 octobre 1810.

Ce décret divise en trois classes les établissements dont il s'agit :

La première classe comprend : ceux qui doivent être éloignés des habitations particulières, tels que fabriques de poudre, d'acide sulfurique, d'allumettes chimiques, de collodion, etc. ;

La deuxième classe comprend : ceux dont l'éloignement des habitations n'est pas rigoureusement nécessaire, mais dont il importe néanmoins de ne permettre la formation qu'après avoir acquis la certitude que les opérations qu'on y pratique sont exécutées de manière à ne pas incommoder les propriétaires du voisinage, ni à leur causer des dommages, tels que fabriques de chlore, raffineries et fabriques de sucre, tanneries et corroieries, ateliers de constructions de machines et wagons, etc ;

La troisième classe comprend : ceux qui peuvent rester sans inconvénient auprès des habitations, mais doivent être soumis à la surveillance de la police. Ce sont les établissements seulement incommodes, tels que brasseries, distilleries de liqueurs alcooliques, teintureries, tréfileries, moulins à huiles, fabriques de tuyaux de drainage, etc.

La répartition des divers établissements dans les trois classes est opérée par décret du chef de l'État rendu dans la forme des règlements d'administration publique, c'est-à-dire après avis du Conseil d'État.

Le tableau général résulte actuellement d'un décret du 3 mai 1886, complété par les décrets des 5 mai 1888 et 15 mars 1900.

Ce classement subit des modifications fréquentes, qui donnent lieu à des décrets successifs, à raison d'un double courant en sens contraire, résultant des progrès de la science et des découvertes nouvelles. D'une part, en effet, des établissements réputés tout d'abord dangereux ont cessé de l'être ou le sont à un moindre degré, et, d'autre part, de nouvelles appplications de la science à l'industrie donnent le jour à des établissements qui n'avaient pas été prévus, et dont le classement n'avait pas été opéré.

Un point commun aux trois classes d'établissements consiste dans la nécessité d'une autorisation.

Mais l'autorité compétente pour délivrer l'autorisation et les formes dans lesquelles l'autorisation est donnée, ainsi que les conséquences de l'autorisation, varient suivant les diverses classes d'établissements.

A Paris, et dans les communes du ressort de la préfecture de police, c'est le préfet de police qui a qualité pour autoriser les trois classes d'établissements (art. 4, ordonnance du 14 janvier 1815).

Ailleurs, l'autorisation doit être demandée au préfet du département pour les établissements de la première classe (décret du 25 mars 1852 *sur la décentralisation administrative*), et pour les établissements de la deuxième classe (art. 2, § 2, décret du 15 octobre 1810) : au sous-préfet, pour les établissements de la troisième classe (art. 2, § 3, même décret).

Suivant la nature des établissements, l'autorisation est subordonnée à l'accomplissement de diverses formalités préalables, telles que l'affichage de la demande, une enquête administrative, l'avis du Conseil de préfecture (1), celui du Conseil d'hygiène et de salubrité de l'arrondissement, des maires et de la police locale.

En cas d'autorisation, comme en cas de refus, toutes personnes intéressées peuvent se pourvoir contre cette décision devant le Conseil de préfecture, avec faculté d'appel devant le Conseil d'État (2).

Du reste, l'autorisation peut n'être accordée que sous la réserve de mesures à prendre et de prescriptions à observer dans l'intérêt public.

C'est le tribunal de simple police qui est compétent pour prononcer l'amende contre les industriels qui contreviennent au décret du 15 octobre 1810 en ouvrant sans autorisation un établissement dangereux, insalubre ou incommode, ou bien qui contreviennent à l'arrêté du préfet ou du sous-préfet qui a soumis le fonctionnement de l'établissement à certaines prescriptions (art. 471, § 15, C. pén.). Mais si l'industriel soulevait une question préjudicielle, touchant au caractère de l'établissement et à la nécessité de l'autorisation préalable pour son ouverture, le tribunal devrait surseoir, jusqu'à ce que le Conseil de préfecture ait statué sur cette question.

Une sanction plus grave est celle qui résulte du droit de police de l'Administration. En vertu de ce droit, le préfet peut : 1° ordonner la fermeture pure et simple d'un établissement non autorisé ; 2° ordonner la fermeture provisoire d'un établisssement même autorisé, lorsque l'industriel ne se conforme pas aux prescriptions de l'arrêté d'autorisation (3).

La réclamation de l'industriel contre cette décision doit être soumise au Ministre, sauf recours ultérieur au Conseil d'État par voie d'appel (4).

Pour les établissements de la première classe (établissements dangereux), l'Administration est armée d'un droit plus redoutable encore, qui peut causer la ruine d'un industriel. Elle peut ordonner la suppression d'un établissement, même fonctionnant régulièrement par suite d'une autorisation, « pour inconvénient imprévu » (5). Mais cette mesure ne peut avoir lieu que par décret en Conseil d'État, après avoir entendu la police locale, puis l'avis des préfets, et examiné la défense des manufacturiers ou fabricants intéressés. La supression, si elle est prononcée, a lieu *sans indemnité* (art. 12, décret du 15 octobre 1810).

Le droit de police municipale, qui leur a été confirmé par la loi du 5 avril 1884, donne également qualité aux maires pour prendre, concurremment avec les autres autorités administratives, et dans l'intérêt de l'hygiène, de la salubrité et de la sécurité publiques, des arrêtés qui règlementent les établissements exploités sur le territoire de la commune (Conseil d'État, 28 janvier 1887, *Sirey*, 1888-3-55).

Par suite de l'autorisation administrative, et de sa soumission aux formalités et prescriptions auxquelles cette autorisation a été subordonnée, l'industriel est en règle avec les lois de police générale, c'est-à-dire avec l'État et les administrations qui en dépendent. Mais s'ensuit-il qu'il soit à l'abri envers les tiers, co-locataires ou voisins, à qui l'existence de l'établissement causerait un préjudice ?

La question est d'un grand intérêt pratique, car rien n'est plus fréquent que ces récriminations des particuliers contre les dangers, odeurs ou bruits généralement inséparables de l'exploitation des établissements industriels. Et ce sont même les industries peu insa-

(1) L'avis du Conseil de préfecture n'est obligatoire que pour les établissements de la première classe, et seulement quand il y a eu des oppositions au cours de l'affichage et de l'enquête.

(2) Lorsque le préfet refuse son autorisation à un établissement de la première classe, l'industriel lésé peut recourir contre l'arrêté du préfet *directement* devant le Conseil d'État, qui statue comme premier et dernier degré de juridiction. Le délai de ce recours est de trois mois, à compter de la notification de l'arrêté préfectoral.

(3) Cour de Paris, 1883, *Sirey*, 1885-2-199.

(4) Conseil d'État, 12 mars 1880, *Sirey*, 1881-3-66.

(5) Le décret de 1810 suppose qu'il s'agit de « graves inconvénients pour la salubrité publique, la culture ou l'intérêt général ».

Digitized by Google

lubres ou simplement incommodes qui, par cela même qu'elles sont autorisées à fonctionner dans les villes, au milieu des agglomérations d'habitants, au lieu d'être reléguées en dehors comme les industries très insalubres ou dangereuses, donnent le plus souvent matière aux protestations de ce genre.

On peut être tenté de soutenir que l'industriel n'a pas alors à répondre des conséquences dommageables résultant de l'exploitation de son établissement ; que, muni d'une autorisation administrative, il ne fait qu'user de son droit ; que la propriété est, par sa nature, nécessairement soumise à des restrictions d'ordre réglementaire (art. 544 C. civ.), et que les voisins doivent respecter l'exercice d'un droit qui tient à la liberté de l'industrie, du moment où cet exercice a lieu conformément à la loi. Décider autrement, ne serait-ce pas permettre à l'autorité judiciaire de contrôler l'autorité administrative et de paralyser son action ?

Ce système n'a pas été admis par la jurisprudence. Au contraire, il est reconnu que l'Administration n'accorde son autorisation qu'au point de vue de l'intérêt général. Cette autorisation ne constitue de sa part qu'un simple « *je n'empêche* », qui laisse intacts les droits privés. C'est ce qu'en d'autres termes on exprime en disant que l'Administration n'intervient que « sous la réserve des droits des tiers ». Le droit de l'industriel ne peut s'exercer qu'à la condition de ne pas nuire au droit de propriété de ses voisins. Si les tribunaux reconnaissent que ceux-ci ont à souffrir un préjudice qui excède la mesure des sacrifices qu'imposent les relations de bon voisinage, ils peuvent condamner l'industriel à payer des dommages-intérêts, conformément à l'article 1382 du Code civil, qui pose en principe que tout dommage causé à autrui oblige son auteur à le réparer ou à indemniser celui qui en souffre. (Cour de cassation, 18 novembre 1884, *Sirey*, 1885-1-69.)

Ce sont les tribunaux judiciaires, c'est-à-dire le Tribunal civil d'arrondissement, et ensuite la Cour d'appel, qui sont compétents, à l'exclusion de la juridiction administrative, pour connaître des actions en indemnité que les voisins d'un établissement, fonctionnant en vertu d'une autorisation régulière, exercent contre l'industriel à raison du préjudice qui leur est causé (1). Et cette action en indemnité ne serait pas moins fondée, bien qu'il s'agît d'un établissement non autorisé, ou même non classé parmi les établissements dangereux, insalubres ou incommodes (Cour de cassation, 17 juillet 1845, *Sirey*, 1845-1-825), car le droit à la réparation du préjudice est indépendant de ces considérations.

D'ailleurs, les tribunaux peuvent, en allouant des dommages-intérêts, prescrire les mesures nécessaires pour faire cesser le dommage, et, par exemple, ordonner le déplacement de machines qui causent un bruit excessif. (Cour d'Amiens. 8 mars 1888, *Recueil d'Amiens*, 1888, p. 45.) (2).

Toutes les circonstances et tous les éléments de fait doivent être examinés par les juges, tant pour arbitrer le principe même de l'indemnité que pour estimer l'importance du préjudice.

La condition principale est que les inconvénients dont on se plaint excèdent véritablement la mesure des obligations dérivant du voisinage. (Cour de Paris, 19 avril 1893, *Sirey*, 1893-2-124.)

Et, à cet égard, il est de jurisprudence qu'il y a lieu à la réduction ou même à la suppression des dommages-intérêts, lorsque l'immeuble dont les locataires sont incommodés est situé dans un quartier industriel, les inconvénients de la proximité des manufactures, ateliers et usines n'ayant pas pu, en pareil cas, leur échapper, au moment où ils ont fait choix de ce quartier pour y venir habiter. (Cour de Nancy, 13 juillet 1894, *Gazette du Palais*, 1895-1-500.)

De même, et pour la même raison, si l'usine est préexistante à l'acquisition ou à la location par le demandeur de l'immeuble incommodé, lorsqu'il est constant, d'autre part, que les changements apportés à l'usine, depuis cette époque, n'ont pas augmenté les inconvénients résultant de son voisinage. (Cour de cassation, 27 décembre 1887, *Gazette du Palais*, 1888-1-179.)

Quoi qu'il en soit, la responsabilité personnelle de l'industriel n'est inévitablement engagée, au cas où les voisins ont droit à des dommages-intérêts, que s'il est lui-même propriétaire de l'immeuble où il exploite son établissement.

S'il n'est que locataire de cet immeuble, et si le propriétaire a pu connaître les inconvénients particuliers de l'industrie pour l'exercice de laquelle il a consenti la location, peut-être avec une majoration de loyers, c'est le propriétaire qui peut être obligé de supporter, en définitive, les indemnités à payer. (Cour de Paris, 14 mai 1859, *Sirey*, 1859-2-486.)

C'est en ce sens qu'il faut entendre le jugement suivant du Tribunal civil de la Seine (5e ch.), en date du 4 juin 1901, où les demandeurs se plaignaient du bruit et des trépidations occasionnés par les moteurs d'une scierie mécanique :

Le Tribunal,

Attendu qu'en exécution d'une ordonnance de référé du 31 janvier 1899, Lecornu, expert commis à l'effet de donner son avis sur l'importance des troubles de jouissance allégués par Del... et les époux M..., locataires de D..., a procédé à sa mission et déposé son rapport au greffe le 31 mai 1899 ;

Attendu que l'homme de l'art expose que D... a donné à bail à chacun des demandeurs, pour leur habitation et l'exercice de leur profession, divers locaux dépendant d'une maison, sise à Paris, rue Charlot, 48 ; que le sieur P..., entré également comme locataire dans l'immeuble, par bail du 26 février 1898, a installé au rez-de chaussée un atelier de menuiserie dans lequel il a placé un moteur à gaz d'une force de 12 chevaux actionnant deux scies, deux toupies et une raboteuse ;

Attendu que l'expert, tout en reconnaissant que ces divers instruments font le moins de bruit possible, ajoute que leur fonctionnement est cependant loin d'être silencieux et qu'il détermine des trépidations incommodes à des degrés différents, pour les demandeurs, et dépassant encore assez sensiblement ce que le voisinage oblige à supporter, même dans un quartier industriel et commerçant ;

Attendu qu'il résulte enfin du rapport que les dépenses nécessitées pour faire cesser partiellement le bruit seraient très élevées et hors de proportion avec la gêne occasionnée aux demandeurs ;

Attendu que l'expert conclut enfin, à l'aide de toutes les circonstances de la cause, notamment du prix des loyers, du plus ou moins d'éloignement des locaux par rapport à la scierie, de la nature du commerce de Del... et de M..., à une réduction annuelle de 10 °/₀, soit 53 francs pour le premier, et 2 °/₀, soit 36 francs, pour le second ;

Attendu que c'est là une appréciation exacte des droits des parties et qu'il échet d'entériner le rapport de l'expert sur ce point ;

Mais attendu qu'il convient d'ajouter annuellement à ces indemnités, à titre de supplément de dommages-intérêts, l'augmentation des primes imposées par les Compagnies d'assurances aux demandeurs, à raison des risques plus nombreux d'incendie que leur faisait courir le voisinage de la scierie du sieur P... ;

Attendu que cette augmentation subie pendant une année était, au jour du dépôt du rapport, de 170 fr. 50 pour Del... et 229 francs pour M... ;

Attendu que D... ne saurait prétendre que, les troubles de jouissance éprouvés par ses locataires étant le fait du sieur P..., ce dernier seul devrait être tenu de les réparer ;

Attendu, en effet, que le propriétaire doit assurer à ses locataires la jouissance paisible des lieux loués et ne point modifier la situation existant au moment de leur entrée dans les lieux ; qu'en fait, D..., en autorisant le sieur P... à installer une scierie et un moteur à gaz dans son immeuble, a engagé sa responsabilité ;

Attendu, en ce qui concerne la demande en résiliation, qu'elle est devenue sans objet, Del... et M... ayant fait déclarer à la barre que le sieur P..., ayant donné congé pour le 1er juillet 1901, ils renonçaient à cette partie de leur prétention ;

Par ces motifs,

Entérine, en tant que de besoin, le rapport dressé par Lecornu, expert ;

Condamne, en conséquence, D... à payer à Del... : 1° la somme de 66 fr. 73, représentant 10 °/₀ de son loyer du 26 février 1898 au 31 mai 1899, jour du dépôt du rapport ; 2° la somme de 170 fr. 50, représentant l'augmentation des primes d'assurances pendant un an, et, aux époux M... : 1° la somme de 4 fr. 40, soit 2 °/₀ du montant des loyers du 26 février 1898 au 31 mai 1899 ; 2° la somme de 229 francs pour augmentation des primes d'assurances pendant un an ;

Dit n'y avoir lieu à statuer sur la demande en résiliation devenue sans objet ;

Condamne D... en tous les dépens (1).

Il a été souvent jugé, comme dans cette décision, que le bruit et les trépidations causés par le fonctionnement d'un établissement industriel constituent un trouble, à la réparation duquel ont droit les voisins et les co-locataires de l'immeuble. (Cour de cassation, 17 novembre 1844, *Dalloz*, 1845-1-113 ; 20 février 1849, *Sirey*, 1849-1-346 ; Cour de Paris, 18 mai 1860, *Dalloz*, 1860-2-116 ; Cour de Dijon, 10 mars 1865, *Dalloz*, 1865-2-144.)

Mais le jugement rapporté ci-dessus est nouveau par ce point de vue particulier qu'il met à la charge du défendeur le paiement de l'augmentation de la prime d'incendie résultant, pour le demandeur, du voisinage de l'industrie incommode ; ce n'est là qu'une plus complète application du principe de l'adéquation de la réparation au dommage.

Louis Rachou,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

(1) Toutefois, c'est le juge de paix qui est compétent pour les demandes en indemnité fondées sur le préjudice causé aux *fruits et récoltes* par le fonctionnement d'un établissement industriel (art. 5, § 1, loi du 25 mai 1838 *sur les justices de paix*).

(2) Lorsqu'il s'agit d'établissements classés et fonctionnant en vertu d'une autorisation régulière, l'autorité judiciaire ne peut pas, pour faire cesser le dommage, ordonner des mesures qui seraient inconciliables avec celles prescrites par l'autorité administrative.

(1) *Gazette du Palais*, numéro du 17 juin 1901.

Digitized by Google

VARIÉTÉS

Wagons en bois de 36 tonnes.

Les travaux de construction toujours si actifs à Chicago consomment une quantité énorme de sable et de gravier.

La Compagnie du « Chicago and Alton Railway » utilise, pour le transport du sable, du gravier et du charbon, des wagons en bois d'une capacité de 36 tonnes, dont nous empruntons la description à l'*Engineering News*.

Les dimensions intérieures de la caisse sont respectivement en longueur et en largeur 11 mètres et 2m 85, la hauteur est de 1m 05; ce qui correspond à un volume utilisable minimum de 33 mètres cubes.

Le châssis est constitué par six solives de 11 mètres de longueur, parallèles et assemblées en bout sur deux fortes traverses. Quatre de ces solives sont placées à l'intérieur, les deux autres, beaucoup plus fortes, sont placées à l'extérieur et forment longerons. L'ensemble est maintenu serré par quatre tirants en fer passant dans des contre-fiches métalliques fixées sur deux traverses intermédiaires, placées au-dessous des quatre solives intérieures. Cette disposition empêche en même temps la flexion verticale des solives sous la charge. Transversalement, l'écartement est maintenu par quatre tirants en fer traversant les six solives.

Le tirage s'exerce sur deux fortes barres placées entre les deux solives centrales du châssis. Elles sont serrées, contre les traverses placées en bout, au moyen d'une courte pièce de bois formant semelle et sur laquelle est fixé le système d'attelage.

Le bordage, en madriers de 0m 07 d'épaisseur, est placé en dehors des potelets montants qui le soutiennent. L'intervalle entre deux potelets est de 0m 80. De chaque côté, et vers le milieu de la longueur du wagon, quatre de ces potelets, espacés de deux en deux, descendent jusqu'au-dessous des longerons et viennent s'assembler sur des pièces transversales, formant jougs et placées au-dessous et contre les solives du châssis; par ce moyen, on évite les déformations du bordage sous la charge.

L'assemblage du bordage sur les potelets se fait au moyen de ferrements, qui sont des plats en acier avec des plaques d'appui en fer placées à l'extérieur seulement. Le plancher, également en madriers, est protégé contre l'usure par un platelage en tôle d'acier. Il n'y a pas de protection analogue pour le bordage. La wagon n'a pas de portes.

Le châssis est monté sur bogies. Les sabots du frein sont disposés entre les roues. A une des extrémités du wagon est aménagée une petite plate-forme sur laquelle se tient le garde-frein. Le poids du wagon à vide est de 14 à 14t 5.

La Compagnie Chicago and Alton utilise également, pour le transport en vrac des matériaux lourds, des wagons tout en acier de 40 et de 45 tonnes. A la partie centrale, le fond de ces wagons est en général muni d'une trémie de déchargement.

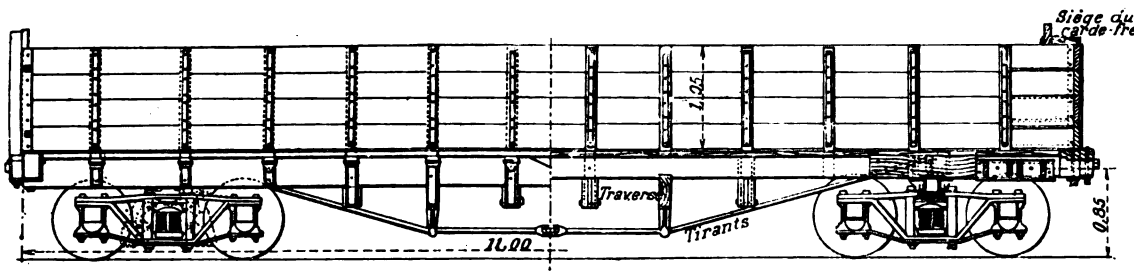


FIG. 1 et 2. — Élévation et coupe longitudinales du wagon

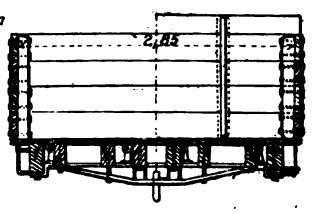


FIG. 3. — Coupe transversale.

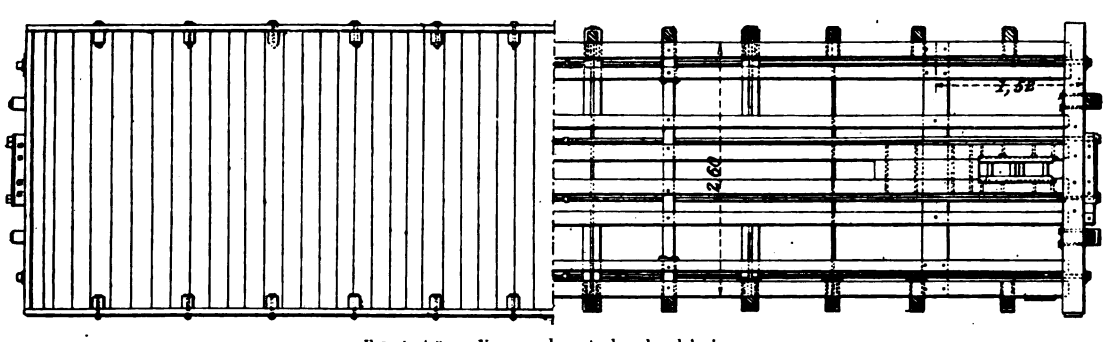


FIG. 4 et 5. — Vue en plan et plan du châssis.

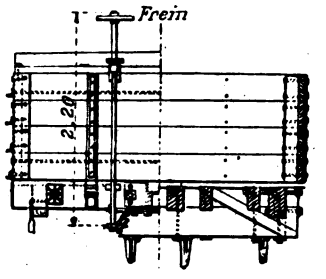


FIG. 6 et 7. — Vue en plan et coupe transversale en avant des contre-fiches.

FIG. 1 à 7. — Wagon en bois de 36 tonnes de la Chicago and Alton Railway C°.

Les assurances ouvrières allemandes et leurs résultats.

Le problème qui se pose actuellement dans tous les pays civilisés, au sujet des assurances ouvrières, a trouvé au Congrès tenu à Düsseldorf, en 1902, sinon une solution complète, du moins un puissant encouragement.

Posé en Allemagne, dès 1881, le problème des assurances sociales y a été résolu par la création de trois groupes distincts d'assurances : 1° contre la maladie ; 2° contre les accidents du travail ; 3° contre l'invalidité et la vieillesse. On jette actuellement les bases d'un quatrième groupe, l'assurance des veuves et des orphelins. Au sommet de cet édifice a été posé un principe, l'*obligation de l'assurance*, mais la plus large autonomie et la plus entière liberté ont été laissées à tous les organes qui doivent concourir au résultat.

Nous allons examiner rapidement, d'après le rapport de M. Mamy, directeur de l'Association des industriels de France contre les accidents du travail, les caractères généraux de chacune des branches de la législation ouvrière allemande, et indiquer leur importance économique et sociale.

La première branche de la trilogie allemande, l'*assurance contre la maladie*, organisée en 1883, est aujourd'hui complétée et remplacée par la loi du 10 avril 1892. Obligatoire pour les ouvriers et les employés dont le salaire annuel est inférieur à 2400 francs, elle est basée sur le principe de la mutualité, et ses Caisses sont administrées par les intéressés eux-mêmes, sous le contrôle des autorités locales. Toute liberté est laissée à l'assuré pour le choix de sa Caisse.

Le montant des cotisations varie entre 1 et 3 % du salaire journalier moyen; les deux tiers en sont payés par les ouvriers, l'autre tiers par les patrons. Cependant, dans les Caisses libres, dont la loi a respecté l'existence, l'assuré supporte la charge entière de la cotisation.

Le législateur a stipulé un minimum d'avantages, que les Caisses-maladie restent libres d'augmenter, touchant les soins médicaux et pharmaceutiques, l'indemnité quotidienne en cas d'incapacité de travail, l'indemnité en cas de décès, le secours pour les femmes en couches. En 1901 l'assurance-maladie, qui s'applique à dix millions de personnes, avait déjà assisté trois millions et demi d'entre elles.

L'*assurance contre les accidents du travail*, organisée par la loi du 6 juillet 1884, a vu son domaine se modifier et s'accroître par des législations successives jusqu'à la loi du 30 juin 1900; elle comprend aujourd'hui dix-sept millions et demi d'adhérents. Elle est obligatoire pour les ouvriers et employés techniques, et la prime d'assurance est entièrement à la charge du chef d'industrie. Ce mode d'assurance est basé sur le principe de la mutualité entre patrons, réunis obligatoirement en Associations professionnelles ou corporations. Les contestations auxquelles le règlement des indemnités pourrait donner lieu sont jugées en dernier ressort par l'Office impérial des Assurances de Berlin qui forme, pour ainsi dire, la clef de voûte des assurances ouvrières allemandes. Ce haut Conseil, d'ailleurs, s'efforce d'être pour les corporations professionnelles « plutôt un conseiller amical qu'un maître bureaucratique ».

Le paiement des indemnités est fait gratuitement par la poste, comme pour l'assurance contre la vieillesse.

Digitized by Google

Chaque année, les dépenses effectuées dans l'exercice précédent sont réparties entre les membres de la corporation, en se basant sur le tarif de risques établi par l'Assemblée générale, et sur le montant des salaires payés dans l'année par chaque membre de la corporation. C'est le système de la répartition, en opposition avec le système de la capitalisation, qui fait payer annuellement par les industriels le montant des capitaux nécessaires au service des rentes. Les intérêts d'un important fonds de réserve, constitué progressivement, viennent compléter les cotisations, de telle sorte qu'elles puissent être maintenues à un taux constant qui a été fixé à 16 marks 50 pfennigs par assuré.

Il est à considérer que les ouvriers supportent cependant une certaine part de la prime assurance-accidents, puisque les Caisses-maladie, dans la cotisation desquelles ils entrent pour les deux tiers, soignent et indemnisent pendant treize semaines les victimes des accidents. A ce sujet, une intéressante décision législative autorise chacune de ces deux Caisses à se charger exclusivement du traitement des blessés, sous réserve du remboursement des frais qui incombent légalement à la Caisse qui en aura été dispensée.

Le montant des rentes en cours, servi à la fin de 1901 par l'assurance-accidents, était de 768 255 francs.

L'*assurance contre l'invalidité et la vieillesse*, qui a été définitivement organisée en juillet 1899, a pour but de servir une pension aux assurés dans ces deux cas ; elle est obligatoire à partir de l'âge de seize ans pour toutes les personnes soumises à l'assurance maladie et, en outre, pour toutes celles dont les appointements sont inférieurs à 2 400 francs. Dans le premier cas, l'assuré, pour avoir droit à la rente, doit participer à l'assurance depuis deux cents semaines au moins ; dans le second, la pension ne lui est servie que s'il y participe depuis douze cents semaines, et s'il est âgé de soixante-dix ans.

Les cotisations sont payées moitié par le patron, moitié par l'ouvrier ; de plus, l'État verse annuellement 60 francs pour chaque pension. Les assurés sont divisés en cinq catégories de salaires, ayant chacune son taux de cotisation. Les pensions de vieillesse varient de 130 à 270 francs.

Le système financier adopté est celui de la capitalisation.

L'assurance invalidité et vieillesse s'applique actuellement à plus de douze millions et demi de personnes. Le nombre des bénéficiaires de rentes atteignait à la fin de 1901 :

486 945 pour cause d'invalidité;
179 450 pour cause de vieillesse.

Cette organisation, en tenant compte des familles des assurés, fait bénéficier actuellement en Allemagne quarante millions de personnes et elle avait, à la fin de l'année 1899, distribué aux ouvriers une somme bien supérieure au montant des cotisations.

De plus, ainsi que M. Mamy le fait remarquer, la législation des assurances en Allemagne a fait surgir tout un ensemble d'œuvres et d'institutions diverses que la loi n'avait pas imposées et qui ont été créées comme un complément volontaire de cette loi, par la libre initiative des Caisses d'assurance et des particuliers. Les unes cherchent à prévenir le danger : bains populaires, logements ouvriers, canalisations d'eau et d'égouts, construction de chaussées, crèches enfantines, etc. D'autres tendent à atténuer la gravité des maladies ou des accidents qu'elles n'ont pu éviter : tel est le but des postes de secours, dans les villes, et des stations dites de *Sœurs de la Croix Rouge* dans les campagnes, ouverts nuit et jour, pourvus d'un service médical ininterrompu et installés avec les perfectionnements les plus récents apportés à l'hygiène et à la chirurgie ; tels sont encore les nombreux Instituts médicaux thérapeutiques, orthopédiques, les cliniques chirurgicales, sans parler des hôpitaux corporatifs édifiés par certaines associations professionnelles.

C'est dans le même esprit que les Caisses d'invalidité n'hésitent pas à envoyer leurs membres malades, ou susceptibles de le devenir, dans les stations thermales ou maritimes, les maisons de convalescence et les instituts spéciaux qu'elles ont créés à leurs frais dans quatre-vingt-trois *sanatoria* populaires et vingt *sanatoria* payants, dont trente mille personnes bénéficient annuellement. La sollicitude de telles institutions s'adresse, non seulement aux malades, mais encore aux convalescents et aux affaiblis.

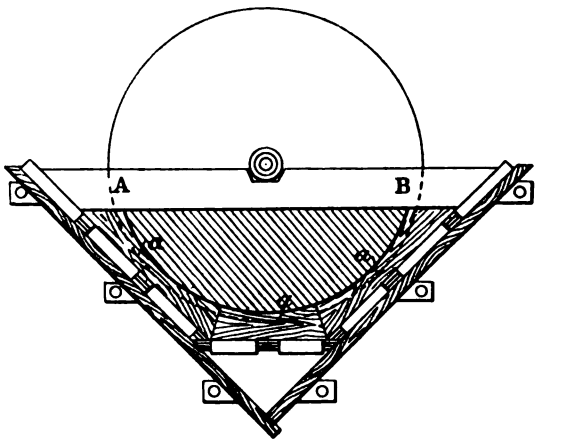
De 1891 à 1901, les Caisses d'invalidité ont dépensé 30 millions pour prévenir et combattre l'invalidité, et des soins ont été donnés à près de 105 000 personnes.

Extraction électrolytique du zinc.

Parmi les nombreux procédés qui ont été imaginés dans ces dernières années pour le traitement électrolytique des minerais de zinc, le procédé Hœpfner est un des rares qui aient donné des résultats satisfaisants, tant au point de vue technique qu'au point de vue économique. Voici, d'après l'*Engineering and Mining*, quelques détails intéressants sur le procédé et les appareils, tels qu'ils ont été mis en usage aux usines de Fuhrfort-sur-Lahn (Allemagne). Le même procédé fonctionne actuellement chez MM. Brunner Mond and C°, à Winnington (Angleterre).

La matière première est une cendre de pyrite de fer très zincifère contenant de 10 à 16 °/₀ de zinc et dont une partie est encore à l'état de sulfure. Cette cendre est broyée et réduite en grenailles de 1mm 5, puis mélangée avec 18 à 20 °/₀ de sel marin et soumise à un grillage chlorurant dans un four à moufle pendant vingt à vingt-deux heures.

La charge d'un four en cendres est de 4 500 kilogr., et consomme 900 kilogr. de houille. Le produit obtenu est versé chaud encore, dans des bacs de lessivage en fer, remplis d'une dissolution diluée provenant des opérations électrolytiques précédentes. La lessive qu'on en retire renferme 10 °/₀ de zinc, du chlorure de sodium, du sulfate de soude et de très petites quantités de plomb, cuivre, cadmium, arsenic, manganèse et thallium. La majeure partie du sulfate de soude est d'abord éliminée sous forme de sulfate de soude cristallisé par refroidissement à — 5 degrés, et la valeur du produit ainsi obtenu vient en déduction notable du prix de revient ; le fer (toujours en grande quantité dans le minerai) et le manganèse sont précipités à l'état d'oxydes supérieurs par l'addition de chlorure de chaux et de marbre en poudre ; enfin, tous les autres métaux qui sont électro-négatifs par rapport



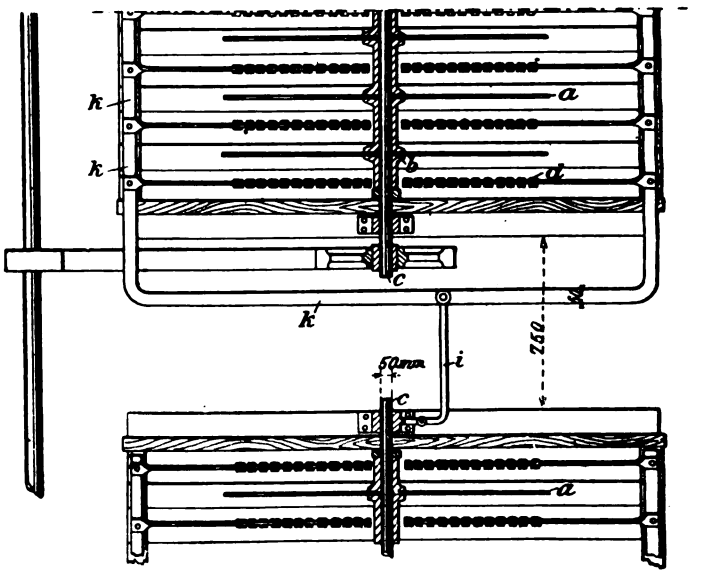


FIG. 1 et 2 — Coupe et plan des cuves électrolytiques.

au zinc sont précipités sous forme métallique au moyen d'une petite quantité de poudre de zinc. La solution claire ainsi obtenue renferme 20 °/₀ de chlorure de zinc, 22 °/₀ de chlorure de sodium, 0,05 à 0,06 °/₀ d'acide sulfurique libre et des traces de plomb, fer et thallium ; on la rend propre à l'électrolyse en l'acidifiant avec une petite quantité d'acide chlorhydrique exempt d'arsenic.

Les cuves électrolytiques, ayant en section la forme d'un V, sont faites en bois de pitchpin. On a reconnu depuis que la matière résineuse du bois de pin formait, avec les liquides produits dans les cuves, des savons dont la présence était gênante ; pour éviter cet inconvénient, le hêtre blanc a été substitué au pin ; sa durée est aussi beaucoup plus longue.

Les cellules anodiques sont séparées des cellules cathodiques par des cloisons en nitrocellulose et fermées à la partie supérieure AB ; l'étanchéité est obtenue en coulant du goudron de bois fondu dans les joints. Les cathodes *a* sont constituées par des disques en fer, ou mieux en zinc, calés sur un même arbre horizontal au moyen de manchons *b*, et sont animées d'un mouvement de rotation continu. Les anodes *d* sont constituées par des segments garnis de charbons de cornue artificiels d'une très grande dureté.

Digitized by Google

Le courant arrive par *k* et sort par *i*. Chaque cuve comporte quinze cellules.

Les cuves peuvent être placées étagées les unes au-dessus des autres de façon que le liquide traverse toutes les cuves, mais il a été reconnu préférable d'alimenter séparément chacune d'elles, bien que cela entraîne à une canalisation plus compliquée. Dans tous les cas, l'électrolyte arrive par le milieu d'un des côtés longitudinaux de la cuve et sort par le sommet du côté opposé, en passant sous les cellules anodiques. A son entrée, le liquide titre 9,5 à 10 °/₀ de zinc; il doit en sortir au moins à 2 °/₀, car à 1,5 °/₀ les cathodes deviennent grises, le dépôt est pulvérulent et non adhérent. L'acidité doit être maintenue assez constante entre 0,08 à 0,12 °/₀ d'acide chlorhydrique, lequel est ajouté, durant l'opération, à raison de 0gr 03 à 0gr 05 d'acide chlorhydrique anhydre par ampère-heure. On sait qu'il est impossible d'avoir un bon dépôt de zinc en liqueur neutre ou alcaline.

En marche normale, le zinc se dépose sous forme dense; sa couleur est blanc d'argent; l'épaisseur est très régulière sauf, quelquefois, sur la circonférence; la densité du courant est de 1 ampère par décimètre carré, mais il semble qu'on puisse avantageusement la dépasser. A cette densité, la tension finale est de 3,3 à 3,6 volts, le rendement en intensité est de 97 °/₀.

Après trente à trente-cinq jours de marche, il s'est déposé de 800 à 1 000 kilogr. de zinc par cuve, et les cathodes doivent être remplacées.

Le zinc, ainsi obtenu, doit être refondu pour donner finalement un métal à 99,97 ou 99,98 °/₀ de pureté, avec 0,01 à 0,02 de plomb et des traces de fer et de thallium.

Les cellules anodiques sont munies de tubes de dégagement en verre par lesquels le chlore produit se dégage. Le gaz ainsi obtenu renferme 25 à 30 °/₀ de chlore et est employé à la préparation du chlorure de chaux par les procédés ordinaires. Il est très propre à cet emploi si l'électrolyte a été convenablement épuré, mais il contient des quantités notables d'acide carbonique si l'élimination du sulfate de soude n'a pas été suffisante.

Le procédé ne semble économique que parce qu'on obtient un métal très pur, propre à certains usages particuliers, et surtout parce qu'il fournit des sous-produits d'assez grande valeur, c'est-à-dire du chlorure de chaux et du sulfate de soude.

Joint universel, système Williams.

On sait que le joint ordinaire à la Cardan ne transmet pas uniformément le mouvement de l'arbre conducteur à l'arbre conduit; lorsque ces deux arbres font ensemble un angle α, si l'un d'eux tourne d'un angle ω, l'autre tournera d'un angle ω_1 tel que :

$$\frac{\operatorname{tg}\omega}{\operatorname{tg}\omega_1} = \cos\alpha.$$

Autrement dit, si le mouvement de l'arbre conducteur est uniforme, celui de l'arbre conduit est varié, la période étant de 180 degrés.

Lorsque l'inclinaison des deux arbres est faible, la différence des angles parcourus est peu importante : pour une inclinaison de 10 degrés, par exemple, la différence maximum est plus petite qu'un demi-degré; mais pour de grandes inclinaisons, cette différence devient très sensible, et elle atteint plus de 7 degrés pour $\alpha = 40$ degrés.

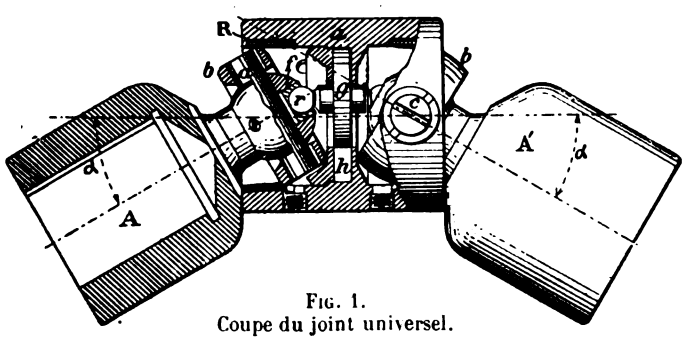


Fig. 1.
Coupe du joint universel.

On réalise la transmission uniforme à l'aide de deux joints successifs, à la condition que les deux brides fassent le même angle α avec la partie intermédiaire.

M. H.-D. Williams a construit, pour arriver au même résultat, le dispositif que représentent les figures ci-jointes, empruntées à l'*American Machinist*, et qui consiste en un double joint. Chacun des arbres A A' porte un axe *d*, qui s'engage dans l'anneau *b*, lequel est articulé à deux pivots *c*. Ces pivots sont montés sur un manchon *a*; la condition à remplir est que ce manchon *a* fasse des angles égaux avec les deux arbres. Ce résultat est atteint par l'emploi de deux rotules *r*, solidaires d'un disque *g* qui peut glisser dans une rainure *h*, et se trouve ainsi assujetti à rester normal à *a*. Les deux rotules *r* s'engagent dans des genouillères mobiles à l'extrémité des arbres A A'. L'intérieur de la pièce *a* forme une chambre à huile; des couronnes de feutre R maintiennent le lubrifiant, les anneaux *b* ayant leur surface extérieure de forme sphérique.

La figure 2 est une vue extérieure de l'appareil; la figure 3 montre

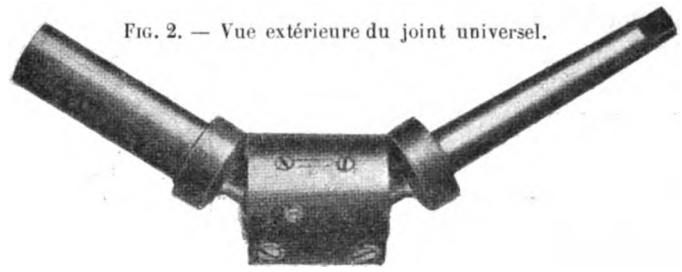


Fig. 2. — Vue extérieure du joint universel.

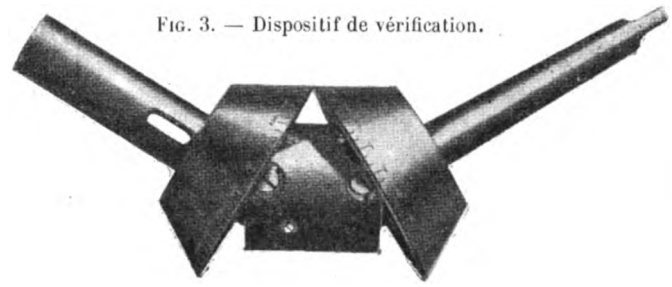
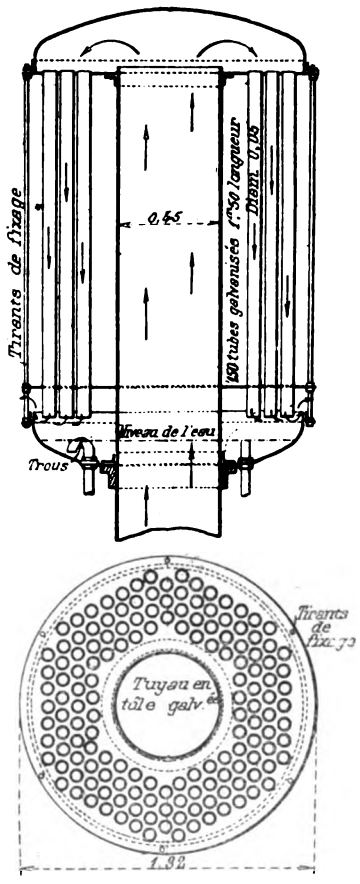


Fig. 3. — Dispositif de vérification.

le dispositif adopté par l'inventeur pour vérifier l'uniformité de la transmission, par comparaison des graduations de deux cônes montés sur A et sur A'. L'appareil peut être employé jusqu'à un angle de 60 degrés entre A et A'.

Condenseur de vapeur d'échappement.

Dans les villes, il est généralement impossible de laisser la vapeur d'échappement des machines se dégager librement dans l'atmosphère. La vapeur en se condensant laisse, le plus souvent, tomber sur les passants une véritable pluie d'eau et de gouttelettes d'huile, et produit un bruit qui incommode presque toujours les habitants du voisinage. Des précautions doivent être prises pour éviter ces inconvénients car ils peuvent être une source d'ennuis et de procès. Voici, d'après l'*Engineering News*, un appareil qui les évite; il a été imaginé par M. R. P. Balson et il fonctionne avec succès dans plusieurs grandes installations de New-York. L'appareil est placé en plein air, généralement au-dessus de la couverture; il fonctionne comme un aéro-condenseur. La vapeur d'échappement arrive par la conduite centrale puis descend par un grand nombre de tubes, dont la section totale est plus grande que la section de la conduite précédente; la vitesse étant très réduite et le refroidissement aidant, les parties liquides à l'état vésiculaire se rassemblent; la vapeur se condense en partie sur les parois des tubes; l'eau condensée et l'huile tombent dans un collecteur inférieur, tandis que la vapeur s'échappe doucement et sans bruit par l'extrémité inférieure des tubes.



Condenseur de vapeur d'échappement.

Dans le collecteur aboutissent deux tuyaux : l'un, en forme de siphon, n'emporte que de l'eau, il a sa partie supérieure percée de petits orifices destinés à produire l'amorçage et à maintenir un niveau constant; l'autre tuyau est droit et vient affleurer la surface libre, il n'emporte que de l'huile. L'eau est reprise pour l'alimentation de la chaudière.

Tout l'appareil est en tôle galvanisée.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 5 juin 1903.

Présidence de M. P. Bodin, Président.

I. — M. A. Bochet présente une communication sur l'*Application des machines à pétrole à la navigation.*

Pour montrer qu'il est possible d'obtenir des moteurs à pétrole lourd les résultats exigés par la navigation, M. Bochet commence par signaler de nombreuses applications en indiquant les résultats obtenus.

Il décrit plusieurs types de machines imaginés tout d'abord pour satisfaire aux sujétions particulières d'applications militaires, et en signale les nombreux inconvénients (réactions violentes, manque d'équilibrage), lesquels sont évités dans le système des moteurs équilibrés avec suspension à ressort, dont il cite plusieurs applications.

Pour montrer l'endurance des moteurs à pétrole, M. Bochet donne comme exemple celui de la machine actionnant la dynamo du *Quévilly*, qui depuis six ans fonctionne d'une façon régulière et a fourni 27 000 heures d'éclairage sans aucune avarie.

En ce qui concerne la propulsion des bateaux, M. Bochet rappelle les applications importantes faites au Danemark et en Allemagne, et signale celles qui ont été réalisées sur les lacs suisses.

Les avantages constatés sont tels que tous les bateliers du lac de Constance ont transformé leurs anciens bateaux à voile et leur ont adapté des moteurs à pétrole.

M. Bochet décrit en détail l'installation d'un cotre de pêche de 53 tonneaux, l'*Olga*, attaché au port de Brest, qui possède, comme auxiliaire de la voilure, un moteur équilibré d'une vingtaine de chevaux. L'installation comporte un système d'hélices à ailes réversibles et un dispositif pour la mise en marche du moteur au moyen de l'air comprimé.

M. Bochet donne quelques détails sur une petite vedette de mer avec moteur à pétrole équilibré de 35 chevaux, actuellement en construction aux Forges et Chantiers, à La Seyne, ainsi que sur l'installation d'un moteur Diesel à bord d'une péniche en acier. Ce moteur, du type équilibré, construit dans les Ateliers Sautter, Harlé et Cie, est la première machine de ce genre appliquée à la navigation.

En terminant, M. Bochet fait remarquer que les exemples qu'il a donnés prouvent que, depuis longtemps déjà, les moteurs à pétrole sont capables de satisfaire aux exigences de la navigation. Pour assurer leur développement, il suffit que les armateurs comprennent bien les avantages qu'ils peuvent en tirer, et qu'ils se décident à faire les efforts nécessaires pour la mise au point d'une application nouvelle.

II. — M. A. Montupet fait une communication sur la *Circulation de l'eau dans les chaudières à vapeur.*

L'étude comprend deux parties : la première est relative aux chaudières à bouilleurs, semi-tubulaires ou à deux corps superposés ; la seconde concerne les chaudières multitubulaires.

Dans les chaudières à bouilleurs, les appareils qu'emploie M. Montupet se composent d'un écran en tôle, placé sous la communication d'avant, et destiné à obliger toute la vapeur produite dans les bouilleurs à se dégager dans le corps supérieur par les communications avant, qui sont prolongées, dans ce corps supérieur, jusqu'au niveau minimum de l'eau.

Des essais faits sur plusieurs chaudières ont donné des vaporisations allant de 22 à 27 kilogr. par mètre carré de surface de chauffe, tout en conservant un rendement économique.

Dans les chaudières semi-tubulaires, la hauteur du faisceau augmente celle des colonnes de dégagement de l'eau et de la vapeur des bouilleurs.

La circulation active de l'eau maintient en suspension les sels déposés qui se trouvaient en dissolution dans l'eau d'alimentation ; ces sels ne peuvent se déposer que lors des arrêts de la chaudière ; ils sont repris ensuite à la mise en feu, de telle sorte qu'ils ne peuvent isoler la tôle de l'eau en mouvement et adhérer au métal.

Les chaudières semi-tubulaires à circulation occupent, à production égale, les mêmes emplacements que les chaudières multitubulaires, tout en présentant les avantages d'être plus économiques, d'avoir un plus grand volant calorifique, et d'être accessibles facilement dans toutes leurs parties.

M. Montupet a fait également des applications de la circulation aux chaudières à foyer amovible, aux chaudières verticales, dans les tubes bouilleurs (chaudière Frell) ou autour des foyers, et a obtenu des résultats qui montrent qu'on peut également, dans ces chaudières, supprimer les dépôts calcaires.

Dans la deuxième partie, M. Montupet signale les différents types de chaudières qu'il a été amené à construire, et dont le fonctionnement a fait constater que les vaporisations sont d'autant plus économiques que l'eau à vaporiser circule dans les meilleures conditions.

Il montre que les ennuis éprouvés dans le cas de combustions actives tiennent aux insuffisances de dégagement de la vapeur produite dans les parties inférieures, ou de l'insuffisance des eaux de retour. Ces constatations l'ont amené à adopter la construction de chaudières à tubes à dilatation libre, fixés dans des coffres en tôle, placés à l'avant, et reliés directement par de très larges sections au réservoir supérieur.

L'auteur décrit ensuite un type de générateur à deux faisceaux symétriques, dont les tubes de l'un rentrent dans les tubes de l'autre, et qui permet d'obtenir, dans un espace très limité, une surface de chauffe considérable. Il expose qu'il est facile de déterminer par le calcul les productions de vapeur dans les différentes parties d'une chaudière, et ensuite de se rendre compte, lorsqu'on constate des cintrages de tubes, que les sections sont insuffisantes pour les dégagements de vapeur ou les retours d'eau.

Il fait ressortir qu'il y a une importance à assurer le dégagement de vapeur, pour éviter la surchauffe des tubes, et il montre les avantages que présentent, dans ce sens, les lames d'eau, ou coffres en tôle, qui peuvent être établis, d'après les vaporisations à obtenir, sur les collecteurs de sections invariables pour toutes les vaporisations.

A. B.

Académie des Sciences.

Séance du 8 juin 1903.

Chimie appliquée. — *Distinction des moûts alcoolisés ou mistelles et des vins de liqueur.* — Note de MM. A. Gautier et G. Halphen.

Dans un liquide sucré soumis à la fermentation, apparaît-il des caractères qui permettent de distinguer une liqueur fermentée naturelle d'un liquide artificiellement alcoolisé ? Peut-on distinguer les mistelles, ou moûts additionnés d'alcool, des vins de liqueur, c'est-à-dire des vins résultant de la fermentation partielle des moûts de raisin où persiste une notable partie du sucre primitif, soit que ce sucre ait existé en quantité surabondante dans le jus de raisin, soit que sa fermentation complète ait été arrêtée à un moment donné par addition d'alcool étranger ?

MM. Gautier et Halphen ont, dans ce but, examiné des mistelles, vins de liqueur et vins complets, de trois cépages du Midi, et y ont étudié : les variations des composés azotés ; les variations de l'acidité volatile et totale ; la nature des sucres ; les variations de la glycérine.

Les conclusions qu'ils apportent sont les suivantes :

Dès le début de la fermentation alcoolique, l'azote ammoniacal disparaît presque complètement des liqueurs sucrées ; l'azote basique organique augmente ou reste à peu près constant ; l'azote albuminoïde ne subit pas de variations sensibles ; l'azote total diminue. L'acidité volatile augmente dès le début et progresse au cours de la fermentation. Cette acidité volatile, qui est toujours inférieure à 0gr 1 (en SO^4H^2) par litre dans les jus de raisin, lorsqu'elle vient à dépasser 0gr 15, constitue, avec la disparition presque complète de l'azote ammoniacal, la meilleure caractéristique des liqueurs qui ont fermenté.

Les mélanges de moûts et de vin sont caractérisés par une proportion d'azote ammoniacal supérieure à 0gr 005 par litre, par une acidité volatile dépassant 0gr 1 et par l'égalité approximative de la glycose et de la lévulose.

Dans les vins de liqueur proprement dits, l'azote ammoniacal n'atteint pas 0gr 010 par litre ; l'acidité volatile est supérieure à 0gr 1 ; enfin il existe une inégalité accentuée entre les poids de glycose et de lévulose.

Minéralogie. — *Sur le minerai de fer de Troïtsk (Oural du Nord).* — Note de MM. L. Duparc et L. Mrazec, présentée par M. Fouqué.

A Troïtsk, sur la rive gauche de la Kosva, la carte géologique russe (feuille Perm) indique un affleurement important du granit-porphyre dans le dévonien inférieur. Ce granit-porphyre avait été considéré, jusqu'ici, comme intrusif dans ces formations, car, dans certains endroits, il y développe en apparence un métamorphisme intense, auquel paraît être liée la présence de minerai de fer. En effet, sur le flanc oriental de la montagne de Troïtsk, le granit-porphyre touche directement des hornfels complètement imprégnés par la roche éruptive au contact immédiat qui, à quelques mètres au delà, passent à des cornéennes micacées, entièrement cristallisées, et considérées jusqu'ici comme un produit de la métamorphose des schistes noirs du dévonien avoisinant.

Les auteurs pensent, au contraire, que les cornéennes micacées ne représentent pas les assises métamorphosées du dévonien, mais sont beaucoup plus anciennes, car le granit-porphyre de Troïtsk était déjà émergé à l'époque du dépôt des formations du dévonien inférieur dans les conglomérats desquelles il se trouve en galets.

A l'intérieur même de l'affleurement du granit-porphyre, on trouve quelques enclaves de cornéennes très fortement minéralisées, dont la plus grande forme la mine de fer de Osamka, qui est exploitée à ciel ouvert sur sept étages successifs. MM. Duparc et Mrazec expliquent quelle a pu être la formation géologique de cette mine.

Physique du globe. — I. — *Sur la cinématographie des mouvements barométriques.* Note de M. P. Garrigou-Lagrange, présentée par M. Mascart.

L'auteur, comme application de la méthode chronophotographique déjà décrite par lui (1), présente une série de courbes des mouvements barométriques réels, dont la carte, pour l'Europe, a été dressée plusieurs fois par jour, de novembre 1902 à mai 1903.

On y retrouve d'une façon générale les aires de minima barométriques en clair, et de maxima en foncé, qui caractérisent la circulation d'hiver, et l'on s'aperçoit aisément, en suivant avec attention les séries de cartes ou mieux en les examinant au cinématographe, que ces aires se transforment et se déplacent continuellement, et que leurs mouvements s'effectuent dans des sens nettement déterminés pendant plusieurs journées consécutives.

Il fait ressortir les mouvements généraux périodiques de l'atmosphère, très caractérisés, qui sont mis en évidence d'une façon tangible par la cinématographie de ces cartes.

II. — *Sur les résultats obtenus par l'emploi des fusées contre la grêle.* Note de M. E. Vidal.

Les nouvelles expériences sur le tir des fusées paragrêle démontrent le succès de ce système de défense contre la grêle : presque toutes signalent la disparition des décharges électriques aussitôt après l'éclatement des fusées. La fusée peut donc servir à la fois de paragrêle et de paratonnerre.

Parmi les observations nouvelles, il en est que M. Vidal signale particulièrement. Les unes sont intéressantes au point de vue des résultats obtenus par les tirs individuels ; les autres sont relatives aux premiers tirs collectifs qui aient été exécutés avec les fusées paragrêle. Dans les deux cas, les agriculteurs syndiqués sont parvenus à protéger complètement des surfaces considérables.

Dans le but de prévenir les accidents que les fusées pourraient causer en retombant au milieu d'exploitations agricoles très rapprochées les unes des autres, M. Vidal a repris ses expériences sur des projectiles rendus indépendants, et il a obtenu les meilleurs résultats au moyen de pétards de son invention, lancés par un mortier spécial ; ces pétards éclatent, en général, à plus de 450 mètres au-dessus du sol, altitude que M. Vidal estime parfaitement suffisante, puisqu'ils agissent à tout coup. Il est donc inutile d'augmenter leur prix en cherchant à les faire éclater plus haut.

La fusée resterait donc l'arme des tireurs isolés, tandis que les pétards libres, c'est-à-dire débarrassés de tous les accessoires, seraient réservés pour les tirs collectifs.

A. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 25, p. 448. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

Digitized by Google

Association internationale des Méthodes d'essais des matériaux de construction.

RÉUNION DES MEMBRES FRANÇAIS ET BELGES.

Seance du 30 mai 1903.

Présidence de M. PÉROT.

I. — M. DE FRÉMINVILLE fait une communication sur l'application de l'*essai au choc au choix des métaux* servant à la construction des organes de machines. C'est une étude des rapports qui existent entre la fragilité pratique et la fragilité telle qu'elle est définie par les essais au choc sur barrettes entaillées.

Toutes les pièces entrant dans la construction des machines, ou plus généralement, dans les constructions métalliques, peuvent être classées en deux catégories. Les unes ne peuvent pas subir de déformations permanentes sans être mises hors de service, les autres, au contraire, peuvent ou doivent subir des déformations importantes, dans des circonstances exceptionnelles, sans être mises hors de service ou, tout au moins, hors d'état d'être réparées.

La notion de fragilité est différente pour chacun des cas.

Dans le premier cas, une déformation peu importante doit correspondre à un travail important.

Dans le second cas, il est indispensable que la déformation puisse se produire; le travail résultant de cette déformation n'a qu'une importance relative.

Les pièces de la première catégorie doivent être faites en acier dur; celles de la deuxième catégorie en acier doux ou en fer.

M. de Fréminville présente une série d'essais, qui ont été faits au moyen des appareils de M. Fremont. Ces essais avaient pour but de permettre de chiffrer des résultats d'essais entrepris antérieurement sur des pièces entières.

Les diagrammes de ces essais se composent de la courbe de pliage statique enregistrée par l'appareil, de la courbe intégrale correspondante, donnant, à chaque instant, le nombre de kilogrammètres dépensés dans le pliage statique, forme sous laquelle la comparaison entre les résultats du pliage statique et de l'essai au choc est très facile.

Dans la catégorie des aciers durs, des éprouvettes ayant supporté un choc de 8 à 9 kilogrammètres, sans commencement de cassure et avec une déformation de un demi-millimètre à 1 millimètre, peuvent être considérées comme le type des aciers durs non fragiles, tandis que, pour les aciers doux, des éprouvettes supportant sans commencement de cassure un choc de 20 kilogrammètres, avec une déformation de 10 kilogrammètres, remplissent les meilleures conditions.

M. L. DUMAS demande à M. de Fréminville s'il a essayé les aciers au nickel; ceux-ci seraient particulièrement intéressants à étudier, car ils sont: les uns à limite élastique basse, ceux à fer γ; les autres à limite élastique élevée, ceux que M. Guillet a montré être martensitiques.

M. H. LE CHATELIER insiste sur l'importance du travail de M. de Fréminville qui montre l'importance pratique des essais de fragilité.

II. — M. GUILLET présente les résultats de ses nouvelles recherches sur les *aciers au nickel* et notamment un diagramme très simple permettant de trouver les propriétés des aciers au nickel, connaissant leur pourcentage en carbone et en nickel.

M. H. LE CHATELIER fait ressortir combien cette question des aciers au nickel, si complexe au début, s'est simplifiée depuis que des recherches scientifiques et surtout métallographiques ont été faites.

M. GUILLET communique ensuite ses essais sur les *aciers au manganèse*. Ce rapport, qui se divise en deux parties, l'une ayant trait à la métallographie, l'autre aux essais mécaniques (traction, choc, dureté) montre les analogies frappantes qui existent entre les aciers au nickel et les aciers au manganèse. Il démontre, notamment, que, contrairement à l'opinion très répandue en métallurgie, le manganèse ne communique aucune fragilité aux aciers, tant qu'il ne s'y trouve pas en quantité suffisante pour les amener à l'état martensitique. Au contraire, les aciers à faible teneur en manganèse et en carbone présentent une homogénéité et une résistance au choc que l'on ne trouve que bien rarement dans les meilleurs aciers au carbone.

Les travaux de M. Guillet seront prochainement exposés dans le *Génie Civil*.

L. G.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AGRICULTURE

Installation hydro-électrique d'Agnicourt-et-Séchelles et résultats de son utilisation aux usages agricoles. — M. LÉVY-SALVADOR, Ingénieur des Constructions civiles, décrit, dans une Note du *Bulletin de l'Hydraulique agricole* (fascicule 28), l'installation hydro-électrique d'Agnicourt-et-Séchelles (Aisne) où l'on dispose d'une chute de 3m 55 de hauteur moyenne, avec un débit ne descendant que rarement au-dessous de 750 litres par seconde.

Une station centrale d'électricité, aménagée à proximité de cette chute, fournit à quelques communes environnantes, la force motrice et la lumière. Cette station comprend un alternateur étoilé de 48 kilowatts à la tension de 5 200 volts entre fils, actionné par une turbine développant 45 chevaux sous une hauteur de chute de 3m 70.

La station centrale dessert actuellement trois groupes de villages: 1° Agnicourt-et-Séchelles, Tavaux et Pontséricourt, Saint-Pierremont; 2° Vigneux, Renneval; 3° Chaourse. La longueur de la canalisation est de 19 kilom. environ. Le courant est livré aux usagers sous forme de courant alternatif triphasé à la tension de 120 volts.

Les appareils agricoles desservis comprennent principalement des machines à battre: des batteuses fixes de 3, 4, 6 et 12 chevaux sont actionnées directement chacune par un alterno-moteur; deux alterno-moteurs, de 4 chevaux chacun, montés sur chariot, sont employés à actionner ensemble 10 batteuses. Les autres moteurs sont utilisés pour une vingtaine d'appareils, tels que hache-paille, concasseurs de grains ou d'engrais, coupe-racines, moulins à pommes de cidreries, pétrins mécaniques, machines-outils et machines de laiterie.

La commune de Renneval utilise l'énergie électrique pour sa distribution d'eau.

La force motrice est livrée à un prix de 30 à 45 centimes le kilowatt-heure. La lumière est livrée soit au compteur, à raison de 60 à 70 centimes le kilowatt-heure, soit à forfait moyennant une redevance annuelle de 22 à 26 francs par lampe de 10 bougies.

M. Lévy-Salvador a voulu se rendre compte des résultats de la substitution de l'énergie électrique à l'énergie thermique, et a cherché à évaluer les bénéfices que procure l'emploi de l'électricité dans les fermes de moyenne importance, où elle remplace, au moins partiellement, le travail de l'homme et des animaux domestiques.

D'après ses calculs, l'économie annuelle due au remplacement d'une locomobile de 6 chevaux, puissance nécessaire à l'exploitation d'une ferme de 150 hectares, par l'énergie électrique ne serait pas inférieure à 24 fr. 50 par hectare et par an.

Dans les fermes de moindre importance, qui ne possédaient pas antérieurement de moteur à vapeur, l'auteur montre que l'emploi de l'électricité permet de réaliser également de notables économies sur le battage à l'entreprise, sur la quantité de grain nécessaire aux animaux de la ferme par le concassage de l'avoine, etc. Pour une ferme, de 100 hectares, il évalue ces économies à 30 francs au moins par hectare et par an.

CHEMINS DE FER

Transformation, par le troisième rail, de la ligne de Baltimore et Ohio. — On sait que l'une des premières applications industrielles de la traction électrique pour les chemins de fer s'est faite sur un tronçon de la ligne de Baltimore et Ohio (1). Le courant était amené aux locomotives par un conducteur aérien, soutenu par une charpente métallique. Cette ligne vient d'être transformée par l'application du troisième rail, et le *Street Railway*, du 14 mars, décrit le nouveau matériel employé. Les conditions particulièrement difficiles du gabarit ont conduit à placer le troisième rail à 775 millimètres du rail extérieur et à 89 millimètres au-dessus de celui-ci. Les isolateurs sont en granit artificiel cimentés d'une part à un support, d'autre part à un chapeau qui sert à la fixation du rail. Ce dernier est protégé par des planches de garde, il est divisé en sections dans chacune desquelles le courant est successivement lancé au moyen d'un interrupteur automatique commandé par la locomotive. En temps ordinaire, le courant de commande de cet interrupteur est fourni par la section précédente; mais en cas d'interruption, la pompe du frein peut former moteur à air comprimé pour commander la dynamo qui lui sert ordinairement de moteur, et fournir le courant initial nécessaire.

Dans les stations, le rail conducteur est recouvert d'une plate-forme, qui ne laisse qu'une fente pour le passage du frotteur. Dans les croisements, on a disposé des bouts de rail mobiles, qui, conjugués avec les aiguillages, s'élèvent au moment du passage des machines et réduisent ainsi la longueur des interruptions, sans cependant constituer des obstacles permanents. Les frotteurs sont d'un type spécial, qui assure un contact uniforme, même sur les plans inclinés, et permet un déplacement dans toutes les directions.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVII, n° 2, p. 31, et t. XXIX, n° 23, p. 361.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Oxydation de l'azote atmosphérique au moyen de l'électricité. — M. RASCH fait ressortir, dans le *Dinglers Polytechnisches*, du 25 avril, l'importance économique des combinaisons de l'azote (acide azotique, nitrates, engrais chimiques), surtout pour les pays qui doivent importer du Chili tout leur salpêtre, et l'intérêt qui s'attache à leur production artificielle, au moyen de l'électrochimie.

Il rappelle les études des physiciens et chimistes Crookes, Mac Dougald, Howles, etc., qui ont publié des résultats plutôt contradictoires.

Le principe des procédés actuels consiste à épuiser l'air atmosphérique par des étincelles électriques à haute tension; les molécules d'azote sont dissociées, et oxydées aussitôt suivant la formule:

$$Az^2 + O^2 + (2 \times 21\,600 \text{ cal.}) = 2AzO.$$

Cette réaction endothermique exige une dépense d'énergie correspondant au nombre de calories absorbées.

Après transformation, la réaction étant incomplète, le mélange renferme en volume: a °/₀ de Az^2 b °/₀ de O^2 et c °/₀ de AzO; le rapport

$$K = \frac{a + b}{c}$$

représente la *constante d'équilibre* et celle-ci diminue rapidement à mesure que la température s'élève, comme le montre le tableau des résultats des expériences de MM. Muthmann et Hofer, reproduit dans cet article.

M. Rasch établit, d'après ces auteurs, le *bilan d'énergie* nécessaire à la réaction, pour une molécule de AzO, soit 30 grammes, et qui serait de 418 000 calories environ. Il discute ces résultats et envisage les difficultés pratiques d'un tel procédé, au point de vue du fonctionnement des électrodes; les oxydes métalliques de thorium, de zirconium, etc., peuvent être utiles pour atteindre des températures très élevées.

De la comparaison des procédés proposés par les divers inventeurs, se dégage cette conclusion, qu'une nouvelle détermination de la constante d'équilibre K serait nécessaire, et M. Rasch indique qu'il serait avantageux, dans ce but, d'employer un de ces oxydes métalliques semi-conducteurs, dont la température peut être mesurée d'une façon assez précise par les méthodes photométriques actuelles

Influence du carbone, de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique sur le fer. — MM. BAUR et GLAESSNER examinent, dans le *Stahl und Eisen* du 1er mai, les réactions chimiques, réversibles ou non, qui peuvent se produire entre le fer et ses oxydes d'une part, et le carbone, l'oxyde de carbone et l'acide carbonique d'autre part. Leurs expériences ont été faites en plaçant les oxydes de fer dans un tube de porcelaine fermé et porté à de hautes températures, qui sont mesurées avec un thermo-couple. Ils ont ainsi pu construire des courbes représentant, en fonction des températures, les proportions des gaz qui entrent en combinaison avec le fer et ses oxydes.

Les auteurs comparent ces résultats avec les recherches théoriques de nombreux chimistes et métallurgistes, et en tirent la conclusion qu'une étude d'ensemble, basée sur des expériences scientifiquement et méthodiquement conduites, peut seule élucider ces questions très complexes.

Digitized by Google

ÉLECTRICITÉ

Influence des tarifications sur l'abaissement du prix de vente de l'énergie électrique. — M. Richard BERGER, professeur d'électricité à l'École industrielle de Charleroi, publie dans la *Revue universelle des Mines*, de mars, une conférence qu'il a faite récemment, à l'Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liège, sur l'importance des tarifications pour l'abaissement du prix de vente de l'énergie électrique.

Il fait remarquer, tout d'abord, que les machines à vapeur produisent le kilowatt-heure à un prix moyen de 0 fr. 05 alors que le prix de vente se maintient encore, en Belgique, à 0 fr. 40 et 0 fr. 70. Mais, alors que dans une entreprise d'éclairage par le gaz on se contente de proportionner l'usine à la consommation moyenne, l'excès produit aux heures de faible demande étant emmagasiné dans des gazomètres, dans l'industrie électrique il n'en est plus de même; l'électricité nécessitant, en effet, pour son accumulation des appareils dont l'achat et l'entretien sont coûteux et qui provoquent, en outre, une perte d'énergie d'au moins 25 %, on est amené à proportionner l'usine génératrice, non plus à la demande moyenne, mais au débit maximum. Or, actuellement, une usine de 500 chevaux capable de fournir aux consommateurs 250 kilowatts, soit à peu près 2 200 000 kilowatts-heure par an, n'en fournit en moyenne que 130 000. Dans ces conditions, le matériel ne donne que l'équivalent de une heure et demie de plein travail par journée de vingt-quatre heures, d'où augmentation considérable du prix de revient intrinsèque du courant électrique.

L'abaissement du prix de vente, tenté parfois pour augmenter le débit de l'usine, n'est pas un remède suffisant, car il entraine toujours, avec l'augmentation de la consommation, une augmentation du capital engagé.

M. Berger passe alors en revue les différentes tarifications proposées pour améliorer le rendement des stations centrales, et examine spécialement le système de M. Wright mis en pratique à Brighton.

Il dit également quelques mots du système proposé par MM. Brown et Routin, qui permet à l'exploitant de faire varier, à chaque instant, de l'usine centrale le prix de l'énergie enregistrée chez les abonnés. Ce système dérive, d'ailleurs, de celui de M. Kapp qui a posé le principe suivant, pleinement accepté par l'auteur : « Le tarif fixe doit être condamné. L'électricité doit être considérée comme une marchandise de cours variable suivant les heures de la journée. Elle doit être vendue à un prix fort au coucher du soleil, alors qu'il y a de nombreuses demandes de courant; à un prix moyen dans les heures qui suivent, lorsque les demandes diminuent; et à un prix réduit pendant le reste de la soirée, la nuit et la journée. »

Effet de l'huile sur les isolateurs au mica. — En 1892, M. Andrews a montré que le mica mouillé d'huile, ou immergé dans ce liquide, a son pouvoir isolant diminué. Dans une étude que publie l'*Electrical World*, du 18 avril, M. John HARDEN montre que cet abaissement ne résulte pas d'une modification physique du mica, mais simplement d'une répartition différente des charges. Lorsque le mica sec est placé entre une pointe et un plateau, la charge se répartit sur une plus grande surface du mica, et la pression électrique est plus faible que lorsque le mica est mouillé d'huile autour de la pointe, cas auquel toute la charge est condensée au voisinage de la pointe.

L'auteur décrit plusieurs expériences à l'appui de son dire, et montre qu'il ne s'agit pas là d'un phénomène particulier au mica et à l'huile, car il cite des résultats identiques obtenus avec du papier et de la cire.

MÉCANIQUE

Calcul des cylindres à air pour équilibrage des machines à vapeur. — L'emploi du cylindre à air pour équilibrer les forces d'inertie verticales dans les machines à vapeur à grande vitesse a été préconisé par MM. Willans et Robinson, et a été appliqué dans beaucoup de cas. M. E.-R. BRIGGS publie, dans l'*American Machinist*, du 16 mai, la méthode de calcul des dimensions de ces cylindres-tampons. Après avoir calculé les efforts d'inertie, on retranche du résultat trouvé le poids des parties mobiles et les forces de frottement, de façon à obtenir l'effort net à équilibrer par la compression de l'air. On détermine alors le diamètre du piston à air en se donnant, par exemple, une pression de $2^{kg}5$ par centimètre carré pour la position à 45 degrés, et on trace la courbe des pressions par centimètre carré correspondantes aux efforts d'inertie. En traçant ensuite la courbe $p\,v^{1,25} =$ constante, qui représente à peu près le diagramme réel de compression dans ce genre de cylindre à air, on peut comparer les deux courbes et s'assurer que l'effort du cylindre est toujours supérieur à l'effort d'inertie, autrement dit que la tête de bielle restera toujours en contact avec la manivelle et qu'ainsi on évitera les chocs : condition que le cylindre à air a pour fonction de remplir.

MINES

Recherche électrique des minerais. — L'*Electrical Review* (Londres), du 3 avril, signale des essais faits à la mine de Talacre (Galles du Nord) pour la recherche des gisements à l'aide de l'appareil DAFT et WILLIAMS.

Cet appareil se compose d'une bobine qui, alimentée par une batterie de piles, fournit une tension de 30 000 à 150 000 volts, avec une fréquence déterminée. Ces émissions de courant sont transmises au sol par deux tiges reliées à la bobine; l'une de ces tiges est enfoncée à la surface, l'autre soit à la surface, soit dans une galerie de mines.

Un résonnateur fixé sur un trépied, et relié à deux récepteurs téléphoniques, est connecté à la terre par deux électrodes; en déplaçant ces prises de courant, un opérateur exercé pourrait, au dire de M. Williams, déduire de la variation du son l'emplacement à peu près exact du filon.

Bien que les conditions théoriques de fonctionnement de l'appareil ne ressortent pas clairement de cette description, l'auteur, qui pratique depuis longtemps ce genre de recherches, paraît avoir, en plusieurs circonstances, obtenu par son aide des indications très utiles.

NAVIGATION

Chronographe employé dans les sondages du Danube. — M. REICH décrit, dans la *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur-Vereines*, du 24 avril, la méthode tachéométrique de sondage, due à M. Halter, employée par la Commission de régularisation du Danube inférieur. Elle consiste à faire traverser le fleuve par une barque, dont les passagers relèvent autant de points que possible, en sondant à des intervalles fixés. Les positions de la barque, au moment de chaque sondage, sont repérées par l'observation, au moyen d'un tachéomètre placé sur le rivage, d'une mire verticale portée par l'embarcation.

Pour n'avoir qu'une lecture de hauteur à faire, on fait coincider l'un des fils du réticule avec le zéro de la mire. Le sondeur et l'observateur du rivage sont munis de chronomètres en concordance, et notent chacun le moment où ils font une lecture.

L'expérience a montré que, dans ces opérations très rapides, un seul expérimentateur pouvait difficilement faire la lecture à l'instrument, noter le temps, et inscrire ces deux données sans risquer des erreurs fréquentes.

On a pu éviter d'augmenter le nombre des observateurs par l'emploi du *chronographe de sondage*, qui dispense de noter les temps, et qui les enregistre à l'instant exact du sondage ou de la visée.

Cet appareil, aussi précis que le permet sa construction robuste, est formé de deux parties : un manipulateur et un cylindre enregistreur. Le manipulateur se compose d'un levier terminé par un bouton, qui fait monter ou descendre le stylet inscripteur, quand on appuie sur le bouton ou qu'on l'abandonne. La ligne horizontale continue que décrivait le stylet sur le papier se trouve à ce moment interrompue par une petite marque.

Le cylindre, recouvert d'une bande de papier de 12 centimètres de hauteur, qui suffit aux opérations d'un jour, a une vitesse de rotation constante, obtenue par un mouvement d'horlogerie situé dans l'intérieur du cylindre.

La position du stylet sur le tambour est réglable au moyen d'une vis, commandée par une manette; on la modifie à chaque nouvelle série d'observations, pour avoir des diagrammes distincts.

M. Reich signale les résultats qu'a donnés sur le Danube l'emploi de ces appareils, la plus grande rapidité qu'ils ont permis d'obtenir pour les sondages, et indique le degré de précision qui en résulte pour le tracé du plan en relief du lit du fleuve à une échelle donnée.

Ouvrages récemment parus.

Le Génie en Chine (1900-1901), par LEGRAND-GIVARDE, colonel du Génie. — Un volume in-8° de 278 pages, avec 140 gravures et 11 planches hors texte. — Berger-Levrault, éditeur, Paris-Nancy. — Prix : 6 francs.

Le colonel du Génie Legrand-Givarde, à qui l'on doit déjà une intéressante monographie sur le rôle du Génie à Madagascar en 1895-96, vient de publier un compte rendu des opérations des services et des troupes du Génie qu'il commandait en Chine (1900-1901).

Par suite de la marche rapide des événements, ces troupes n'eurent sans doute pas à prendre part à de nombreuses opérations militaires actives, mais leur tâche n'en fut pas moins laborieuse, tant pour l'organisation des cantonnements et la préparation de l'hivernage, que pour la mise en état des voies de communication.

En particulier, il convient de signaler la réfection de la voie ferrée de Pao-Ting-Fou, complètement détruite par les Boxers sur 110 kilom., et le raccordement qui a permis d'organiser une gare au cœur même de Pékin, en franchissant une brèche pratiquée dans la muraille.

Le Génie a eu également à construire d'importants casernements permanents à Tong-Hou, Chung-Liang-Cheng, et surtout à Pékin.

L'intéressant ouvrage du colonel Legrand-Givarde contient un grand nombre de photographies, dont quelques-unes, prises en ballon par les officiers d'aérostiers, constituent de curieux documents sur la ville interdite de Pékin et sur les quartiers détruits par les Boxers à Tien-Tsin.

G. E.

Manuel d'analyse chimique appliquée à l'essai des combustibles, minerais, métaux, sels, etc. par E. PROST, chargé de cours à l'Université de Liège. — Un volume in-8° de 435 pages, avec 44 figures dans le texte. — Béranger, éditeur, Paris, 1903. — Prix : relié, 12 fr. 50.

Ce manuel contient un choix de méthodes pour l'analyse des principaux produits minéraux, naturels et fabriqués, que le chimiste industriel, et surtout le chimiste métallurgiste, rencontre le plus fréquemment dans la pratique.

Après avoir brièvement exposé la préparation des prises d'essai et la mise en solution des matières minérales, M. Prost étudie successivement les combustibles (dosage de l'humidité, des cendres, des matières volatiles, du soufre, de l'azote, du carbone total et de l'hydrogène, etc.); la détermination de la dureté des eaux; les sels commerciaux de potassium, de sodium et d'ammonium; les calcaires, chaux hydrauliques et ciments, les phosphates et superphosphates de chaux; les composés de l'aluminium et du chrome; les minerais de fer et les pyrites; les composés du manganèse, du zinc, du nickel, du plomb, du cuivre, du mercure, de l'argent et de l'or, etc.

La seconde partie de l'ouvrage traite de l'analyse des fontes, fers et aciers; du cuivre, du plomb, du zinc, de l'aluminium, de l'étain, du nickel et de l'antimoine.

Enfin la troisième partie est consacrée aux alliages industriels (cuivre, zinc, étain, aluminium, nickel, etc.) et aux alliages d'argent et d'or.

Rhéostats de démarrage et de réglage *pour moteurs et générateurs électriques*, par Rudolf KRAUSE, traduit de l'allemand par P. Bénard. — Un volume in-8° de 110 pages, avec 97 figures. — Béranger, éditeur, Paris. — Prix : relié, 6 francs.

Les rhéostats sont d'abord envisagés, dans ce volume, au point de vue de la transmission du courant et des sections du métal qui sont nécessaires pour éviter l'échauffement et limiter la résistance ohmique. L'auteur examine la production des étincelles au moment de la rupture des contacts, et les artifices usités pour les éteindre immédiatement. Il traite par le calcul la détermination des proportions des rhéostats et leur division en touches successives, et décrit comment ils ont été réalisés mécaniquement. Un chapitre est consacré aux rhéostats de démarrage pour courant continu ou alternatif; un autre aux rhéostats de réglage, pour moteurs et pour génératrices.

Le Gérant : H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE, PARIS.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 9. N° 1098. Samedi 27 Juin 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro : 1 franc.**

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Chemins de fer** : Chemin de fer électrique de Fribourg-Morat-Anet (Suisse) *(planche IX)*, p. 129; H. Somach. — **Métallurgie** : Nouvelles recherches sur les aciers au nickel, p. 134; Léon Guillet. — **Physique industrielle** : Les nouveaux appareils d'éclairage au gaz par incandescence, p. 136; H. Guérin. — **Jurisprudence** : Les accidents du travail dans les entreprises françaises aux colonies et à l'étranger, p. 139; Louis Rachou. — **Variétés** : Sur la substitution des peintures à base de zinc aux peintures à base de plomb, p. 140; — Vidange automatique des réservoirs contenant des liquides inflammables, p. 141; — Raccord élastique pour conduites métalliques, p. 141.

Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (15 juin 1903), p. 142.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 142; — Ouvrages récemment parus, p. 144.

Planche IX : Voiture automotrice du chemin de fer électrique de Fribourg-Morat-Anet (Suisse).

CHEMINS DE FER

CHEMIN DE FER ÉLECTRIQUE de Fribourg-Morat-Anet (Suisse).

(Planche IX.)

On vient de faire, en Suisse, une nouvelle application de la traction électrique, avec prise de courant par troisième rail, sur le chemin de fer à voie normale de Fribourg à Morat, avec prolongement sur Anet (fig. 2).

La partie entre Fribourg et Morat, de 21km3 de longueur, formant jonction entre les deux lignes principales Olten-Berne-Lausanne et Olten-Soleure-Lausanne, existait déjà et était exploitée, avec la traction à vapeur, par la Compagnie du chemin de fer du Jura-Simplon, pour le compte de la Compagnie du chemin de fer de Fribourg-Morat. On a donc eu à la transformer et l'équiper pour la traction électrique sans interrompre le service d'exploitation avec locomotives à vapeur.

Par contre, le tronçon entre Morat et Anet, de 11 kilom. de longueur, est nouvellement construit. Il est destiné à relier le réseau ci-dessus avec la ligne directe de Berne à Neuchâtel.

La traction électrique a été décidée surtout en vue de réduire les frais d'exploitation qui étaient très élevés avec la traction à vapeur, à cause des fortes rampes que présente la ligne.

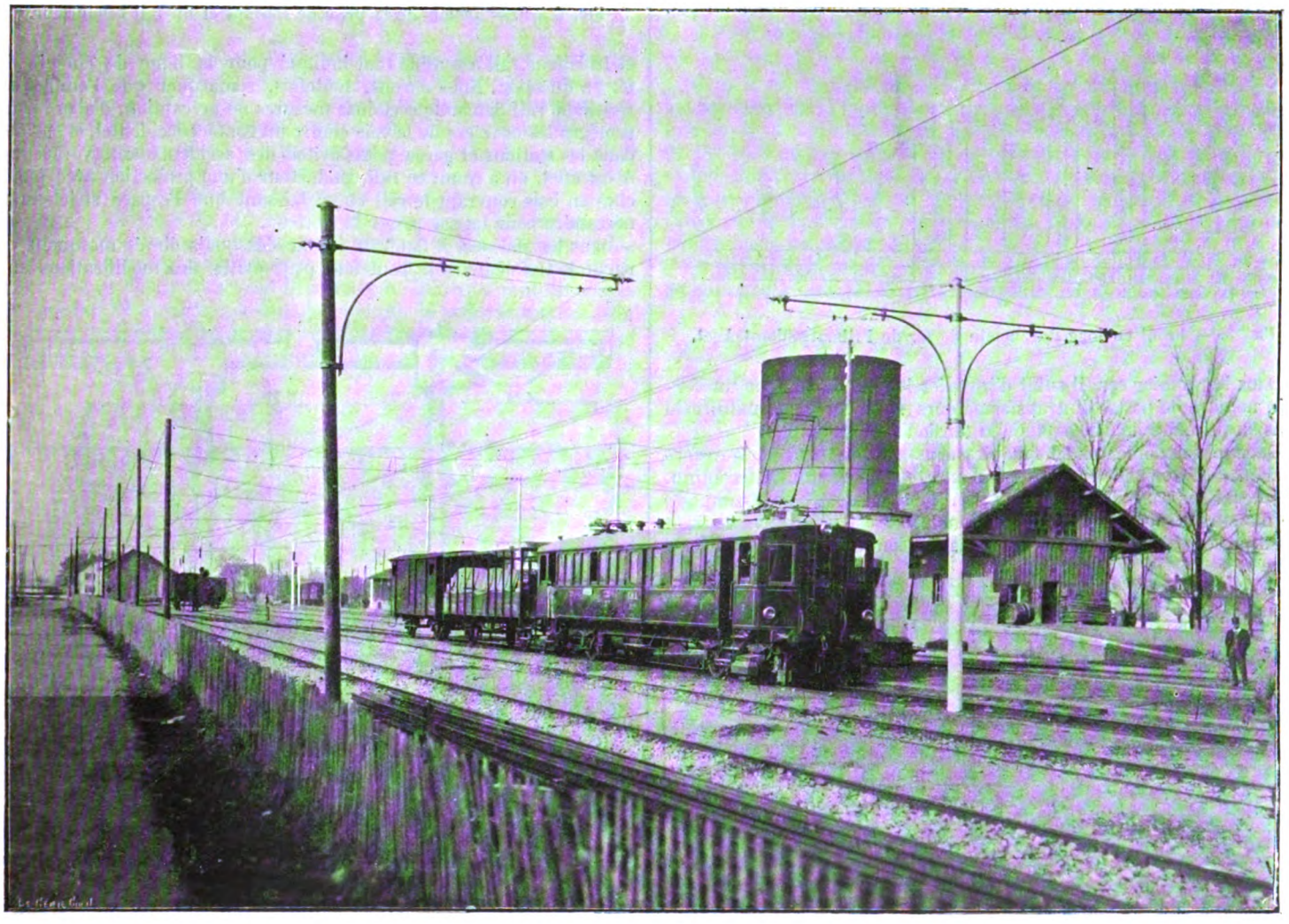


Fig. 1. — Chemin de fer électrique de Fribourg-Morat-Anet : Vue d'un train dans la gare de Morat.

Profil en long. — Le profil de la ligne (fig. 3) est, en effet, très accidenté. La différence de niveau entre Fribourg et Anet n'est que de 195 mètres, mais la rampe depuis Anet jusqu'à Fribourg n'est pas continue et le profil présente des contre-rampes assez importantes.

La rampe maximum atteint 30 °/oo et la moyenne dépasse 20 °/oo sur une longueur de 3km7.

Digitized by Google

Choix du système de distribution. — On disposait, à proximité de la ligne, de courant triphasé, d'une tension composée de 8000 volts, fourni par les stations génératrices hydro-électriques du canton de Fribourg. Mais l'utilisation directe de l'énergie électrique fournie sous cette forme n'a pas été admise, car ce genre de traction électrique est encore dans la période d'essais. D'ailleurs, pour une ligne d'une longueur relativement faible, comme celle de Fribourg-Morat-Anet, la

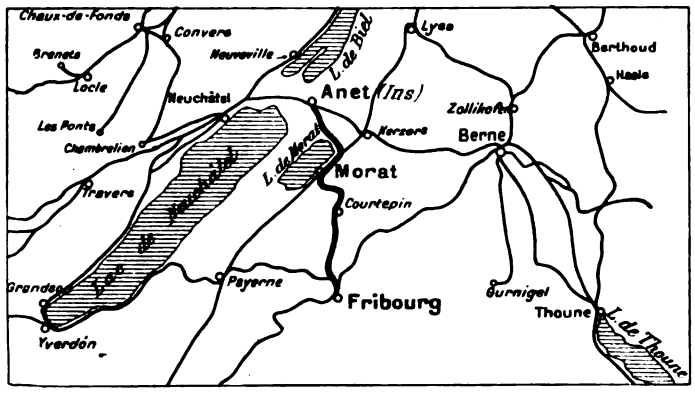


FIG. 2. — Plan de situation du chemin de fer de Fribourg-Morat-Anet.

haute tension n'est pas absolument indispensable. On avait donc à envisager les deux solutions suivantes :

1° Le système de traction avec ligne aérienne à courants triphasés et une tension de distribution de 500 ou 750 volts. Les moteurs dans le véhicule seraient alors également à courants triphasés et enroulés pour cette tension;

2° Le système de traction à courant continu à 750 volts, avec moteurs de traction à excitation en série dans les voitures automotrices.

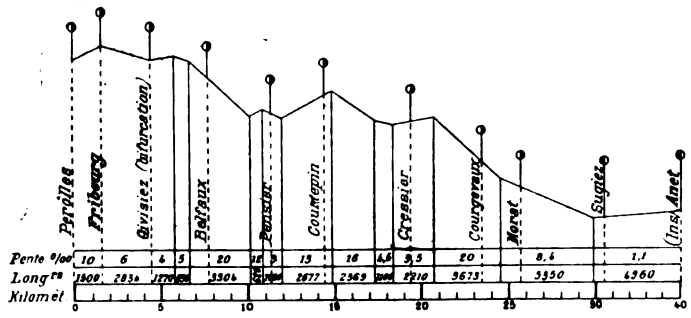


FIG. 3. — Profil en long du chemin de fer de Fribourg-Morat-Anet.

Dans le premier cas, il suffit d'installer le long de la ligne un certain nombre de postes de transformateurs statiques, pour réduire la tension primaire de 8000 volts à la tension de distribution.

Dans le deuxième cas, il faut des sous-stations pour la transformation des courants triphasés à haute tension en courant continu. Ces dernières sous-stations, nécessitant l'emploi de groupes composés de moteurs à courants triphasés actionnant des génératrices à courant continu, occasionnent des frais d'installation et d'exploitation plus élevés.

Néanmoins, c'est cette dernière solution, avec une ligne de prise de courant par troisième rail, qui a été adoptée.

Les raisons en sont les suivantes :

1° Ce système permet d'utiliser dans les sous-stations des batte-

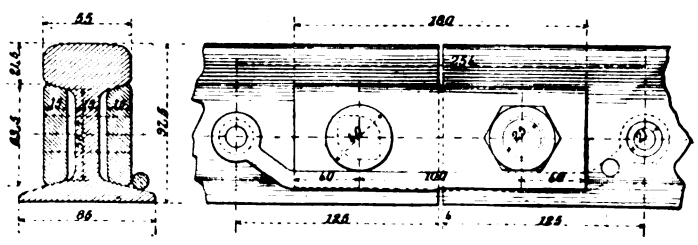


FIG. 4 et 5. — Section et éclissage du rail de prise de courant.

ries-tampons régularisant la charge et évitant les à-coups dans la station primaire. Dans ces conditions, l'énergie électrique nécessaire pour le service du chemin de fer peut coûter bien moins cher ;

2° Les batteries-tampons dans les sous-stations offrent une réserve dans le cas de dérangement momentané de la ligne primaire ;

3° Les moteurs de traction à courant continu avec excitation en série possèdent de précieux avantages d'autorégularisation, ils ralentissent sur les fortes rampes avec l'accroissement de la charge. Par contre, les moteurs à courants triphasés tournant à une vitesse constante doivent être construits pour la rampe et la vitesse maxima; on aurait donc besoin de moteurs bien plus puissants et, par conséquent, plus coûteux que des moteurs à courant continu ;

4° Un troisième rail de 25 kilogr. par mètre courant, tel qu'il a été adopté, présentant une section de 3200 millimètres carrés, se prête bien mieux que des fils de cuivre à l'amenée des courants de grande intensité nécessaires pour l'alimentation d'un train lourd.

Le système par courants triphasés nécessitant au moins deux fils (un par chaque phase) pour l'amenée du courant, constitue une grande complication, surtout dans les gares, aux aiguillages et aux croisements.

Pour toutes ces raisons, le système de traction par courant continu

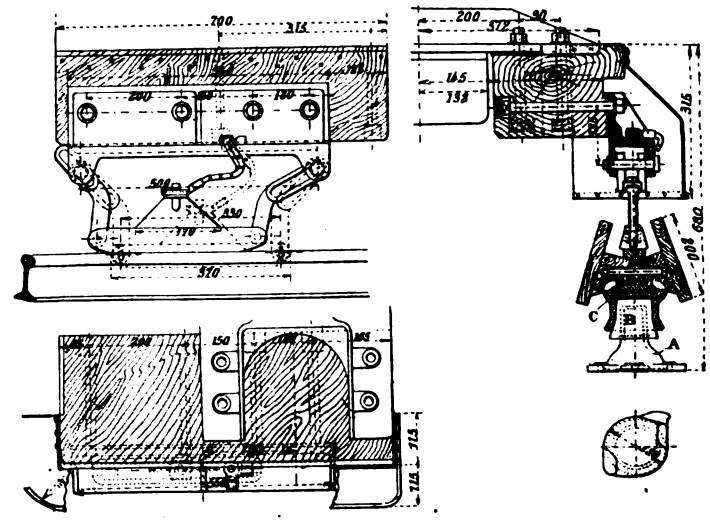


FIG. 6 à 8. — Détails de la prise de courant et du rail conducteur.

et troisième rail a semblé tout indiqué pour la ligne de chemin de fer en question. Nous devons, toutefois, remarquer que l'emploi du troisième rail demande certaines mesures de précaution, d'abord pour protéger les ouvriers de la voie contre un contact accidentel, et surtout dans les stations et gares pour éviter des accidents aux voyageurs. A cet effet, on a muni ce rail conducteur d'une protection avec planches en bois couvrant le rail et ne laissant que l'espace strictement nécessaire pour laisser passer le frotteur.

Dans les stations, il faudrait établir des quais élevés masquant en partie le troisième rail. Toutefois, pour éviter des modifications aux

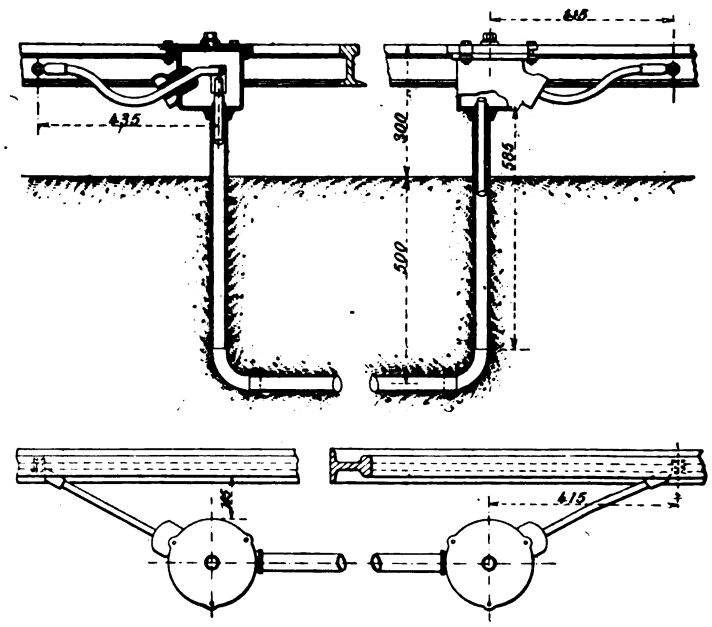


FIG. 9 et 10. — Connexions du troisième rail dans les passages à niveau.

gares existantes de Fribourg et Morat, appartenant d'ailleurs à d'autres Compagnies, on a prévu, dans ces gares et dans quelques gares intermédiaires, une ligne aérienne avec prise de courant par archet, et on y a complètement supprimé le troisième rail.

Dans plusieurs stations intermédiaires, où il n'y avait qu'une voie principale et une voie d'évitement, on n'a laissé le troisième rail que le long de la voie principale, en le plaçant du côté opposé à la station, et on n'a établi la ligne aérienne qu'au-dessus de la voie de garage.

Description de la ligne de prise de courant. — Le rail de prise de courant est du type Vignole de 25 kilogr. par mètre courant et de 20 mètres de longueur (fig. 4 et 5). On a employé pour ce rail con-

Digitized by Google

ducteur de l'acier très doux, afin de réduire autant que possible sa résistance électrique. Cette dernière ne dépasse pas 0,13 ohm par mètre et par millimètre carré de section, tandis que des rails ordinaires accusaient aux essais des coefficients de résistance atteignant même 0,25 ohm.

Ce rail a été muni, aux joints, de connexions en cuivre de 100 millimètres carrés de section et d'une éclisse mécanique à deux boulons.

Le rail conducteur est posé sur isolateurs spéciaux (fig. 6 à 8) composés d'une base en fonte A sur laquelle s'emmanche un cylindre isolant en ambroïne *b*. Sur ce cylindre isolant est posée librement la pièce en fonte *c* destinée à porter le rail conducteur.

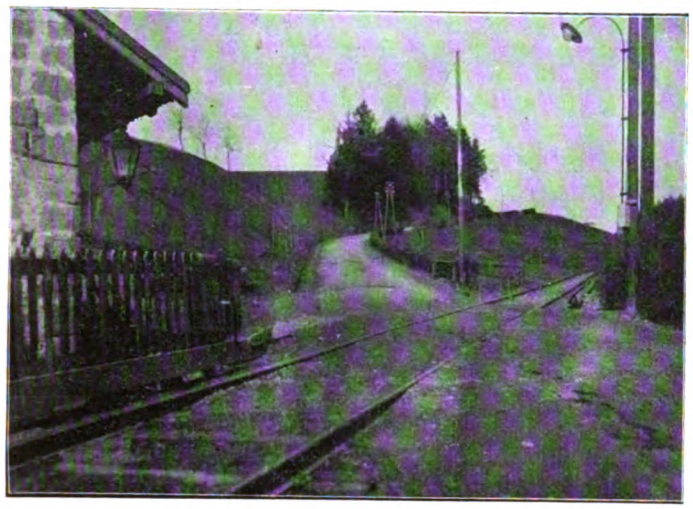


FIG. 11. — Disposition du troisième rail dans les passages à niveau.

Un disque en linoleum est placé entre le corps isolant *b* et la pièce en fonte *c*, dans le but d'adoucir les chocs du rail sur le cylindre en ambroïne. La pièce en fonte *c* est disposée de manière à permettre la dilatation du rail dans le sens longitudinal, tout en empêchant un déplacement du rail dans le sens transversal.

Ces isolateurs ont été posés sur des traverses en bois intercalées entre les traverses ordinaires et espacées de 4 mètres.

L'arête supérieure du rail conducteur se trouve à 135 millimètres au-dessus du niveau des rails de roulement, et la distance horizontale d'axe en axe du rail conducteur et du rail de roulement le plus rapproché est de 660 millimètres. Des joints de dilatation sont aménagés tous les 100 mètres environ dans la conduite de prise de courant, afin de permettre l'allongement et le rétrécissement des rails conducteurs à la suite de la variation de la température. A ces joints de dilatation,

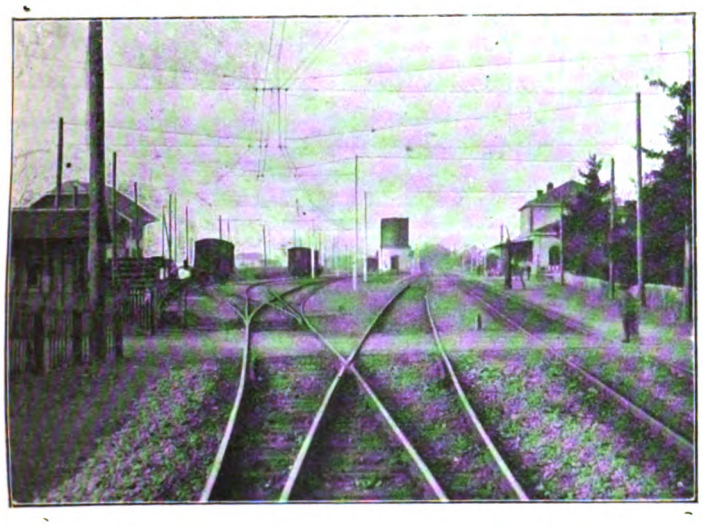


FIG. 12. — Ensemble de la gare de Morat.

on a laissé un espace libre d'une quinzaine de centimètres entre les deux bouts des rails, lesquels restent guidés entre les éclisses mécaniques plus longues et relevées de manière à pouvoir recevoir le sabot de prise de courant et éviter une interruption sur le parcours de ce sabot.

La continuité électrique de ces joints de dilatation est assurée par deux câbles en cuivre, de 100 millimètres carrés de section chacun, enroulés en spirale et pouvant facilement s'allonger sans crainte de rupture.

A la suite des fortes pentes qui se rencontrent sur de grandes longueurs, on a dû prévoir des mesures contre le glissement du rail conducteur dans la direction de la pente. Ce rail est simplement porté par les isolateurs, mais non fixé sur eux. On a donc été obligé d'ancrer le rail, de distance en distance, au moyen de deux fils d'acier de 6 millimètres de diamètre.

Ces fils d'ancrage sont fixés, d'un côté, au rail conducteur et, de l'autre côté, contre les traverses des rails de roulement. La tension des fils d'ancrage peut être réglée au moyen d'un tendeur à vis, et l'isolement contre la terre en est assuré par deux isolateurs en forme de boucles. Le rail conducteur est posé, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre de la voie de roulement, suivant les conditions locales.

Dans les passages à niveau (fig. 11), on a été obligé de l'interrompre

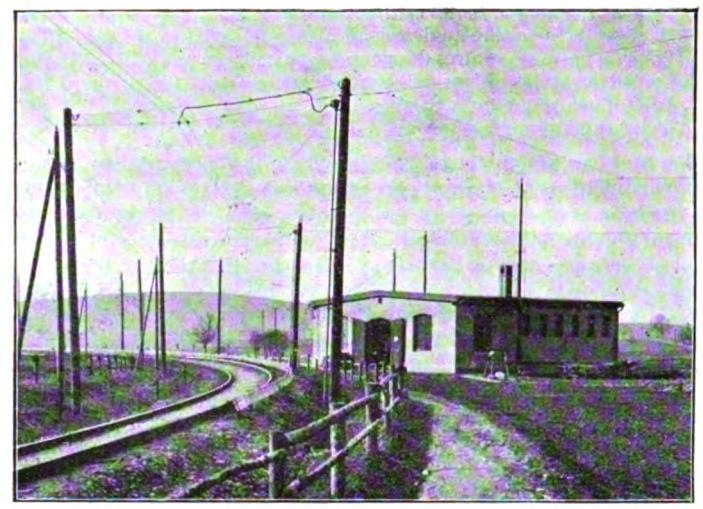


FIG. 13. — Sous-station près de Morat.
Point où cesse le troisième rail et où commence la ligne aérienne.

totalement sur une distance ne dépassant pas 12 mètres. Les voitures automotrices étant munies de quatre sabots frotteurs, deux à chaque extrémité, et la distance entre les deux sabots de chaque côté étant de 14m 50, l'interruption de 12 mètres dans le rail conducteur n'occasionne pas d'interruption dans l'amenée du courant. Les rails des deux côtés d'un passage à niveau sont connectés entre eux au moyen de câbles isolés posés sous terre dans un tuyau en fer de la manière indiquée sur les figures 9 et 10.

Le retour du courant se fait par les rails de roulement qui, à cet effet, ont été munis, à leurs joints, de connexions en cuivre de

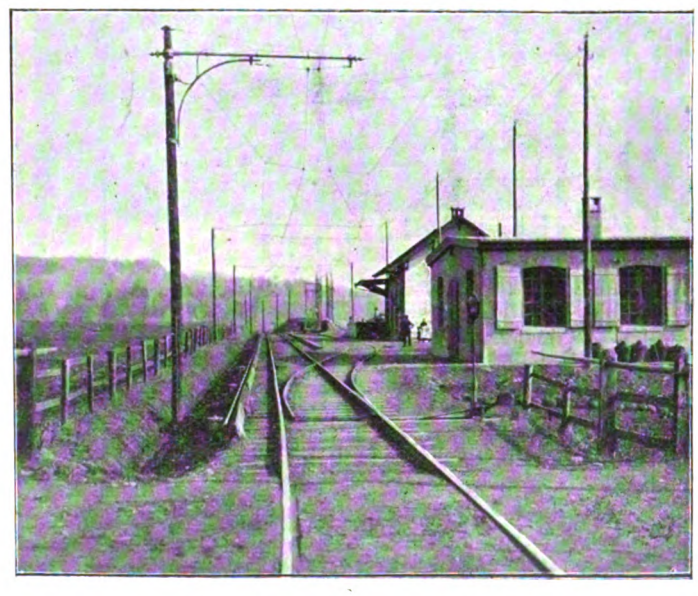


FIG. 14. — Sous-station et gare de Pensier.

100 millimètres carrés de section chacune. Ces connexions sont très flexibles et aplaties de manière à pouvoir être mises sous les éclisses mécaniques ordinaires. Ces éclisses servent, en même temps, de protection pour les connexions électriques contre les coups de pioche lors des réparations de la voie.

Matériel roulant. — Les trains sont composés d'une voiture à voyageurs automotrice, à quatre essieux, et d'un certain nombre de voitures de remorque à voyageurs ou à marchandises.

Le poids maximum d'un train est fixé à 70 tonnes, et la composition normale des trains sera la suivante : une automotrice à quatre

Digitized by Google

essieux, une remorque à trois essieux, et trois remorques à deux essieux.

La vitesse admise pour la marche d'un train de 70 tonnes sur la rampe maximum de 30 °/₀₀ est de 23 kilom. à l'heure. La vitesse est plus grande sur les faibles rampes, en vertu de l'autorégularisation des moteurs à excitation en série, et elle atteint en palier 35 kilom. à l'heure. En pente on admet même une vitesse maximum de 45 kilom. à l'heure.

Les dimensions principales des voitures automotrices (fig. 1 à 5, pl. IX), sont les suivantes :

Longueur totale entre les appareils de choc. . . .	mètres.	17,30
Longueur de la caisse de la voiture.		16,20
Largeur maximum, toutes saillies comprises		3,035
Hauteur de la voiture au-dessus du niveau des rails. . . .		3,75
Distance entre les centres des deux bogies		11,50
Empattement des essieux de chaque bogie		2,60
Poids d'une voiture automotrice.	tonnes.	33
Rayon minimum des courbes	mètres.	160 »

Les voitures automotrices présentent huit places assises dans un compartiment de 2e classe, vingt places assises dans un compartiment de 3e classe pour fumeurs et un nombre égal de places dans deux compartiments de non fumeurs. Les compartiments de 2e et 3e classes sont séparés par un compartiment à bagages de 3m 980 × 3m 035.

La caisse de la voiture est munie, à chaque extrémité, d'une plate-forme fermée, avec porte vitrée, aménagée comme cabine pour le wattman et contenant les appareils de conduite et de contrôle. Les cabines sont séparées par une cloison des plates-formes destinées à l'entrée et à la sortie des voyageurs.

Les voitures sont munies de trois systèmes de freins, savoir :

1° Un frein à air comprimé, système Westinghouse;

2° Un frein à main;

3° Un frein électrique.

La compression de l'air nécessaire au fonctionnement du frein Westinghouse se fait par une pompe que l'essieu actionne par l'intermédiaire d'une chaine. Les deux corps de pompe ayant chacun 127 millimètres de diamètre et 89 millimètres de course refoulent, à chaque révolution de l'arbre de la pompe, 1 l 6 d'air libre. L'air sous pression arrive par un clapet de retenue au réservoir principal, et se rend de là aux deux robinets de manœuvre installés sur les plates-formes. Au moyen de ces robinets de frein le wattman du train peut admettre l'air comprimé dans les conduites et les réservoirs secondaires des différentes voitures, et le faire agir dans les cylindres des freins.

Sur le tuyau de refoulement de la pompe est branchée une conduite qui se rend, à travers un clapet de retenue, à un réservoir spécial pour les sifflets à signaux. Ce réservoir a été installé dans le but d'éviter que, lorsqu'on fait un appel prolongé, il ne se produise, par suite de la consommation d'air, un abaissement de la pression dans les conduites, qui pourrait déterminer le serrage des freins.

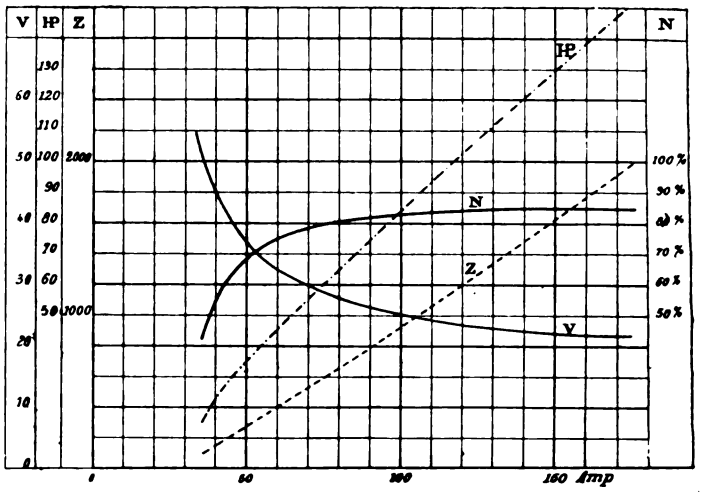


Fig. 16. — Courbes caractéristiques des moteurs.

V, vitesses en kilomètres à l'heure; — N, courbe des rendements; — HP, force en chevaux; Z, puissance de traction en kilogrammes à la jante des roues.

Le travail de la pompe est réglé au moyen d'un régulateur automatique, qui ferme l'aspiration, c'est-à-dire qui fait marcher la pompe à vide, aussitôt qu'on a atteint dans le réservoir principal la pression prescrite.

Le cylindre du frein ayant un diamètre de 12 centimètres, l'effort du piston dans le cylindre est de 2550 kilogr. pour une pression d'air de 3atm 5. La multiplication de la timonerie étant de 9,4, la pression totale sur les sabots de frein est de 24000 kilogr, soit 80 °/₀ de la tare de ladite voiture.

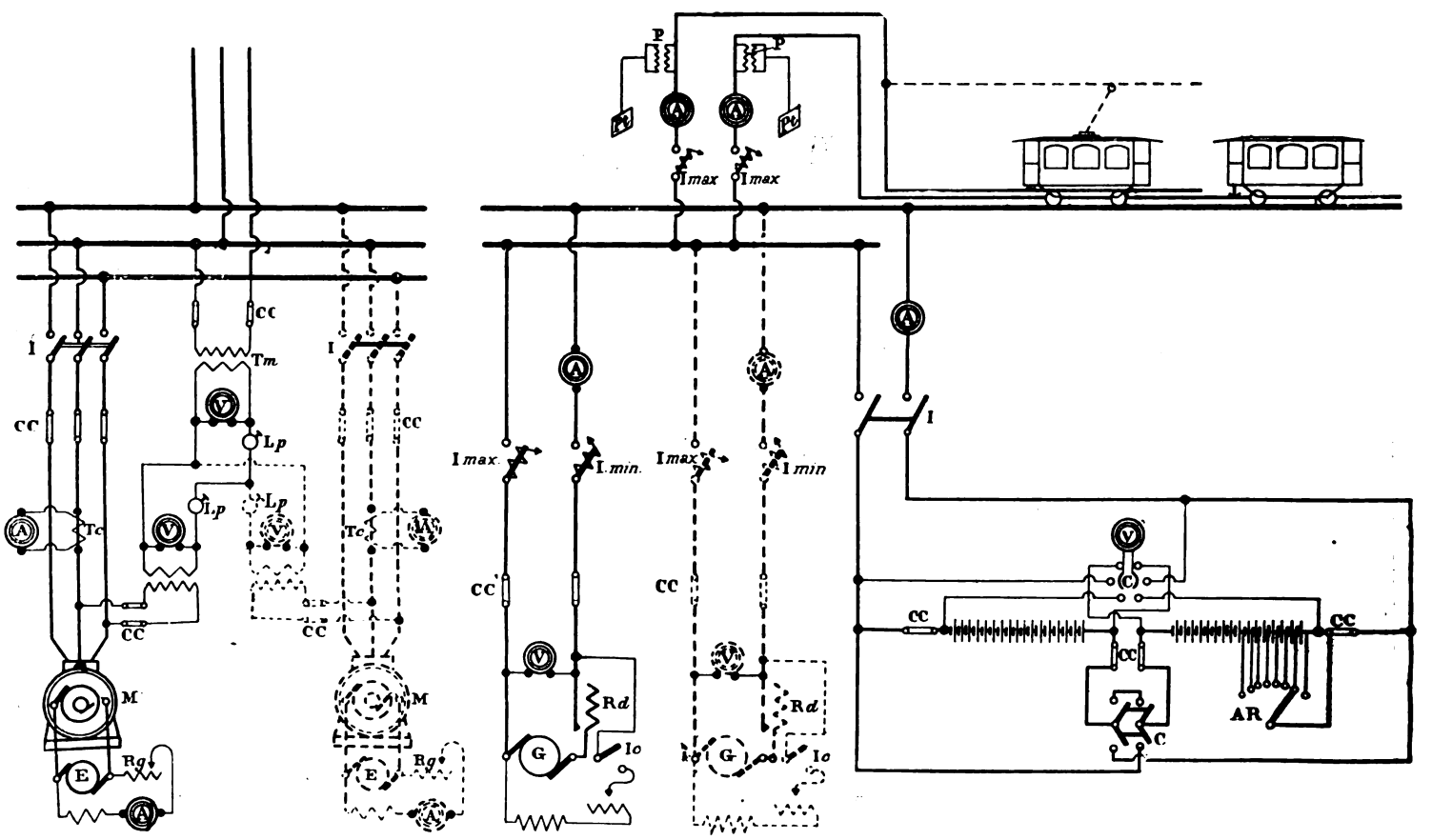


Fig. 15. — Schéma des connexions du tableau de distribution aux sous-stations.

A, ampèremètre;
V, voltmètre;
G, générateur à courant continu;
M, moteur synchrone;
E, excitatrice;
T, transformateur de mesure;
Lp, lampe de phase;
I, interrupteur;
Imax, interrupteur à maxima;
Imin, interrupteur à minima;
Ic, interrupteur à charbons;
R, résistance additionnelle;
Rg, régulateur;
Rd, résistance de démarrage;
CC, coupe-circuit;
C, commutateur;
AR, adjoncteur-réducteur à main;
P, parafoudre;
Pt, plaque de terre;
Tc, transformateur de mesure.

Digitized by Google

Le frein à main agit sur les mêmes sabots que le précédent. Ces sabots sont au nombre de seize dans chaque automotrice, deux sur chaque roue.

Le freinage électrique est obtenu en faisant fonctionner les moteurs comme génératrices sur les résistances de démarrage servant aussi pour le freinage.

Équipement électrique des automotrices. — Chaque voiture automotrice est munie de deux moteurs, type Oerlikon, T. M. 20, de 130 à 150 chevaux chacun. Conformément à la tension de distribution adoptée, les moteurs sont enroulés pour une tension de 750 volts.

La figure 16 indique les courbes caractéristiques de ces moteurs

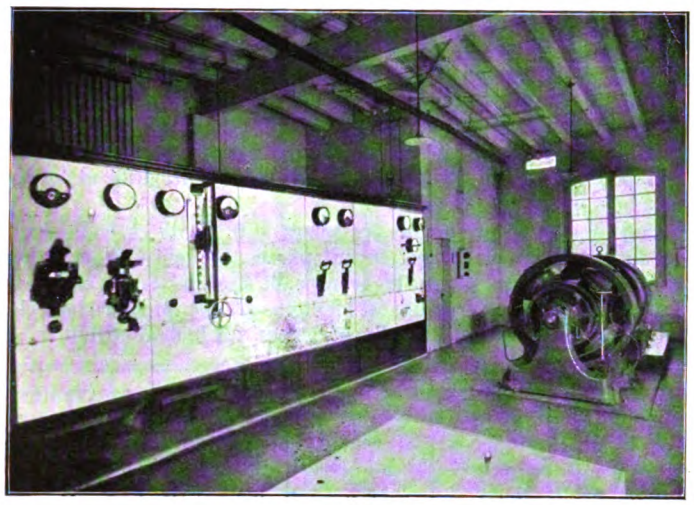


Fig. 17. — Intérieur de la sous-station de Morat.

telles qu'elles résultent des résultats d'essais. Ainsi que le montre la courbe de rendement en fonction de la charge, même à 0,4 de la charge normale, le rendement combiné du moteur et de l'engrenage est de 80 °/₀, et atteint au maximum 85 °/₀. La construction de ces moteurs est analogue à celle des moteurs de traction employés généralement dans les tramways électriques, mais leur puissance est environ cinq fois plus élevée que celle des moteurs de tramways ordinaires.

L'inducteur de ces moteurs, formant en même temps enveloppe extérieure, est en acier coulé. Elle se compose de deux parties, dont le plan d'assemblage est horizontal. Les quatre pôles en tôles laminées

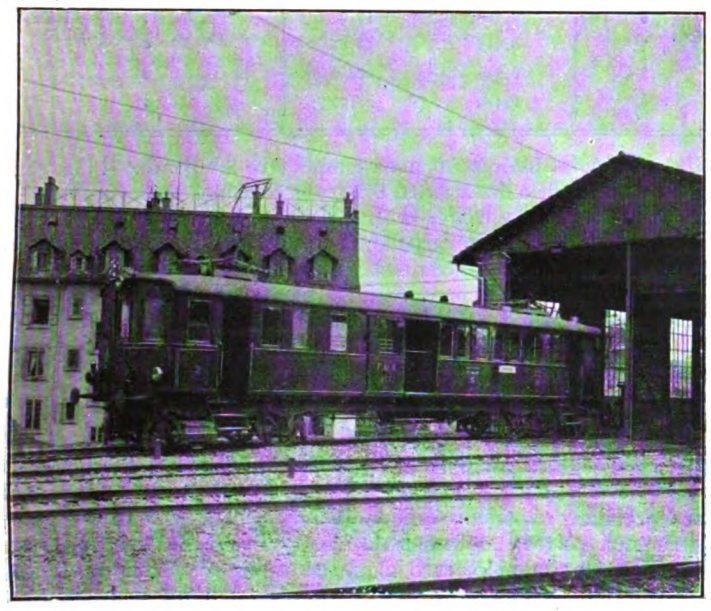


Fig. 18. — Vue d'une automotrice devant le dépôt de Fribourg.

sont munis chacun d'une bobine de champ contenant soixante spires de 7-7^{mm}4. Les quatre bobines connectées en série accusent une résistance électrique de 0,07 ohm.

La carcasse de l'induit, formée par des tôles laminées, a 550 millimètres de diamètre et 300 millimètres de longueur. L'enroulement est logé dans quarante-neuf encoches fraisées sur la périphérie de l'induit, et chacune d'elles contient douze conducteurs composés chacun de deux fils de cuivre de 3^{mm}4 à 3^{mm}8 de diamètre, connectés en parallèle. La résistance ohmique de l'induit est de 0,12 ohm seulement.

La partie la plus délicate des moteurs de traction est, sans contredit, le collecteur, qui ne peut pas être surveillé et soigné comme dans les dynamos fixes. Ces moteurs sont donc généralement plus sujets aux dérangements s'ils ne sont pas soigneusement construits. Les collecteurs des moteurs dont il s'agit ici ont 420 millimètres de diamètre et 185 millimètres de largeur utilisable. Ils se composent de cent quarante-sept lames en cuivre dur, isolées entre elles par une couche de mica de 0^{mm}8.

On a pu faire fonctionner le moteur avec une charge double pendant une courte durée, sans provoquer des étincelles nuisibles. Avec la charge normale, l'échauffement du collecteur ne dépasse pas 40 degrés au-dessus de la température ambiante, et il ne se produit pas d'étincelles.

La suspension des moteurs a lieu de la manière ordinaire : d'un côté au moyen de deux coussinets reposant sur l'essieu moteur, de l'autre côté, le moteur repose sur une traverse élastiquement suspendue au bogie de la voiture.

L'équipement électrique comprend aussi deux contrôleurs du système série-parallèle. En principe, ils sont analogues à ceux des tramways ordinaires. Toutefois, leur construction a dû être modifiée totalement à cause des intensités de courant bien plus fortes qu'on a à manier. On a dû prévoir, dans ces contrôleurs, un soufflage très énergique des étincelles de rupture résultant du changement des connexions.

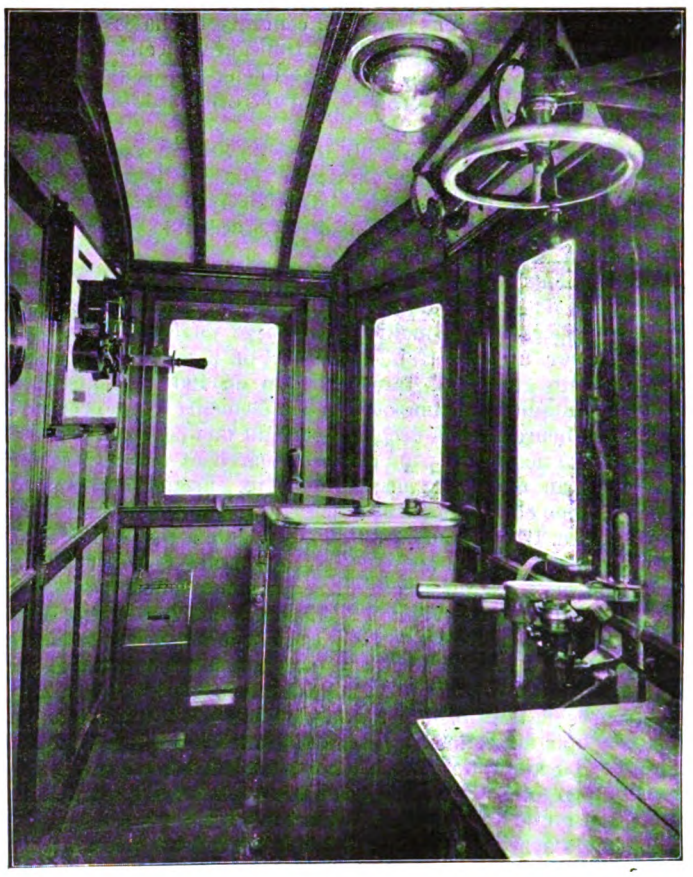


Fig. 19. — Intérieur d'une cabine de wattman.

Ce soufflage est obtenu par un flux magnétique engendré par deux bobines électriques intercalées en série dans le circuit principal. Les contrôleurs employés possèdent six touches pour la marche en série dont cinq avec résistances de démarrage, quatre touches pour la marche en parallèle, dont trois avec résistances, et trois touches pour le freinage électrique.

Les résistances sont réparties en douze boîtes en fonte et placées sous le plancher de la voiture.

Pour la prise de courant sur le troisième rail, on a prévu quatre sabots frotteurs en acier malléable, deux de chaque côté. La distance d'axe en axe entre deux sabots, disposés sur le même côté de la voiture, est de 14^{m}50.

La pression du sabot contre le rail est obtenue par le poids même du sabot. On voit sur les figures 6 et 7 que la suspension de ces sabots se fait sur les coussinets des essieux. De cette façon, le jeu des ressorts de la voiture n'influence nullement l'écartement entre les sabots et le rail de prise de courant. Toutefois, comme on le voit aisément sur la même figure, la suspension des sabots est articulée de manière à leur permettre de se mouvoir librement dans un plan vertical passant par l'axe longitudinal du rail de prise de courant et de suivre ainsi toutes les irrégularités, les pentes et rampes de la voie. Par contre, la suspension empêche tout déplacement latéral.

L'isolement de ces appareils de prise de courant par rapport à la

Digitized by Google

masse est obtenu par un bloc de bois, de la manière indiquée sur les figures 6 et 7.

Comme il a été dit plus haut, on a été obligé, dans certaines gares, de prévoir une ligne aérienne pour la prise de courant, au lieu du troisième rail. A cet effet, les voitures automotrices ont été pourvues de deux archets pour la prise de courant sur les fils de contact. A la sortie des stations, le wattman doit abaisser ces archets à l'aide d'une commande par manivelle.

L'équipement électrique est complété par un tableau en marbre placé dans chaque cabine de wattman et contenant :

Un interrupteur automatique;

Un interrupteur à main, permettant d'interrompre la connexion avec les sabots frotteurs, lorsqu'on se sert de la prise de courant par archet;

Les plombs fusibles principaux;

Les coupe-circuits et interrupteurs pour l'éclairage et le chauffage électrique;

Un tableau spécial en marbre placé devant le wattman, contenant un ampèremètre et un voltmètre, lui permet de se rendre compte de la consommation de courant et de voir, pour ainsi dire, l'effet de ses manœuvres au démarrage et de contrôler le bon fonctionnement de l'équipement électrique.

Sous-stations. — Nous avons déjà signalé plus haut que l'énergie électrique dont on dispose sur le parcours du chemin de fer Fribourg-Morat-Anet est fournie sous forme de courants triphasés d'une tension composée de 8000 volts. Pour transformer cette énergie en courant continu de 800 volts, on a établi deux sous-stations, l'une à Pensier, au point kilométrique 11,0, et l'autre à Morat, au point kilométrique 21,3 (fig. 3).

Le trafic de la ligne comporte dix trains de 70 tonnes par jour dans chaque sens pour une durée de service de dix-huit heures par jour. Dans ces conditions, il a été possible d'établir l'horaire des trains, de manière que chaque sous-station n'ait à fournir du courant qu'à un seul train à la fois.

Les croisements de deux trains marchant en sens inverse se font vers le milieu de la ligne, de sorte que, même dans ce cas, chaque station ne supporte que la moitié de la charge totale ou la puissance nécessaire pour un seul train. A cet effet on a prévu, dans chaque sous-station, un groupe de transformation de 100 kilowatts et une batterie d'accumulateurs composée de 400 éléments d'une capacité de 207 ampères-heure pour la décharge pendant une heure.

La puissance nécessaire pour un train marchant sur la plus forte rampe étant au maximum de 240 chevaux effectifs à la jante des roues, le groupe et la batterie sont largement suffisants pour fournir cette puissance. Il y a lieu de remarquer qu'on n'a pas cru nécessaire de prévoir, dans chaque sous-station, une unité de réserve, étant donné qu'en cas de dérangement dans une sous-station, l'autre peut continuer à fournir seule l'énergie nécessaire à la ligne, quitte à modifier un peu l'horaire et à avoir des pertes de tension plus élevées. Toutefois, on a prévu les bâtiments des sous-stations avec l'espace suffisant pour recevoir un groupe supplémentaire.

Les groupes de transformation sont constitués par un moteur synchrone accouplé directement, d'un côté, à une génératrice à courant continu de 100 kilowatts enroulée pour une tension de 800 volts et tournant à 500 tours par minute; de l'autre côté, à une excitatrice à courant continu de 30 volts et 180 ampères.

Les moteurs synchrones sont construits pour une puissance normale de 135 kilovoltampères, également à 500 tours par minute et enroulés de manière à pouvoir être alimentés directement avec le courant à haute tension (8 000 volts).

Le tableau de distribution prévu dans chaque sous-station est constitué par un bâti en fer avec six panneaux en marbre, contenant tous les appareils nécessaires pour le travail, la surveillance et le contrôle; deux panneaux vides pour un groupe supplémentaire ont été réservés. Les connexions entre ces divers appareils sont indiquées schématiquement par la figure 15.

La batterie peut être subdivisée, pour la charge, en deux parties connectées entre elles en parallèle. Par contre, pour la décharge, on connecte les deux moitiés en série. De cette façon, on n'a pas besoin, pour la charge de la batterie, d'élever la tension de la génératrice ou d'employer des survolteurs.

Toute cette installation a été exécutée par les Ateliers de Construction d'Oerlikon, sauf la voie et les bâtiments. Bien que le système de prise de courant par troisième rail ne soit pas nouveau, on a eu, lors de l'exécution, de nouveaux problèmes à résoudre et d'assez sérieuses difficultés à surmonter, ainsi qu'on a pu en juger par la description ci-dessus.

L'exploitation semble devoir donner de bons résultats financiers. Le trafic des voyageurs et des marchandises a sensiblement augmenté depuis le remplacement de la traction à vapeur par la traction électrique.

H. Somach,
Ingénieur.

MÉTALLURGIE

NOUVELLES RECHERCHES SUR LES ACIERS AU NICKEL

Plusieurs points nouveaux relatifs aux aciers au nickel nous paraissent intéressants et nous font revenir, aujourd'hui, sur le sujet que nous avons traité récemment (1).

I. — La première question que nous nous sommes posée, est de savoir ce qu'est la martensite et quel est son rôle dans les aciers au nickel bruts de forge?

La question est délicate; car, avant de savoir ce qu'est la martensite dans les aciers spéciaux, il faudrait savoir ce qu'elle est au juste dans les aciers au carbone. Or, comme on l'a vu, la question est loin d'être résolue. Toutefois, il semble bien être démontré, par les expériences que nous avons faites, que l'élément nickel intervient dans les propriétés de la martensite.

Lorsque l'on trempe un acier extra-doux à 0,120 de carbone, cet acier ne devient pas du tout fragile. Nous avons montré, au contraire, que la trempe était un excellent moyen de détruire la fragilité et surtout la non homogénéité de ces aciers.

Si l'on considère maintenant des aciers à 0,120 de carbone contenant de 0 à 10 % de nickel, ayant par conséquent à l'état recuit, la structure perlitique; si on les trempe, et si on les essaie ensuite au choc, on voit que leur fragilité est bien plus grande que dans les aciers au carbone; voici les résultats d'expériences qui le démontrent :

NUMÉRO de l'acier	TENEURS EN		NOMBRE DE KILOGRAMMÈTRES	
	carbone	nickel	acier recuit	acier trempé
1	0,120	0,00	très variable	36
2	0,070	2,00	35	28
3	0,125	5,23	33	15
4	0,125	7,13	24	10

Au contraire, les aciers qui contiennent environ 0,120 de carbone et de 10 à 25 % de nickel, sont tous très fragiles alors que les aciers de même teneur en carbone, mais ne contenant pas de nickel, ne le sont pas du tout lorsqu'ils ont été trempés.

NUMÉRO de l'acier	TENEURS EN		Nombre de kilogrammètres sur acier brut
	carbone	nickel	
5	0,132	10,10	4
6	0,125	12,07	1
7	0,110	15,17	0
8	0,214	20,40	2
9	0,176	25,00	3

Un autre point intéressant nous semble être le suivant : si l'on considère, dans la série des aciers à 0,250 de carbone, l'acier contenant 10 % de nickel, on y trouve la structure que l'on est habitué à rencontrer dans les aciers au carbone trempé à l'eau et à une bonne température. Dans l'acier qui contient 20 % de nickel, il y a déjà du fer γ et la martensite semble y prendre des formes cristallines qui rappellent la hardenite, c'est-à-dire celles de fers de lance, lesquels se colorent bien plus aisément que la martensite ordinaire des aciers à 0,250 de carbone.

La martensite des aciers au nickel semble donc être une martensite spéciale.

II. — Nous avons voulu compléter l'étude de l'action du froid sur les aciers au nickel.

Nos premières expériences ont montré qu'un certain nombre d'aciers à structure polyédrique ne présentent des fers de lance qu'après immersion dans la neige carbonique en solution alcoolique, ce qui correspond à une température de —78 degrés, tandis que pour d'autres, la transformation commence dès 0 degré. L'action d'un froid de — 78 degrés se fait néanmoins sentir, quoique faiblement, sur les aciers plus riches en nickel et cela jusqu'à une certaine teneur.

Nous avons pensé qu'en faisant intervenir un refroidissement plus considérable, en allant jusqu'à — 180 degrés par exemple, au moyen de l'air liquide, on aurait, d'une part, une action beaucoup plus marquée sur les aciers qui ne présentaient que quelques fers de lance après immersion dans la neige carbonique; et que, d'autre part, on obtiendrait peut-être un commencement de transformation dans des aciers qui n'étaient pas atteints par un froid de — 78 degrés.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 1, p. 8, n° 2, p. 23, et n° 3, p. 40.

Digitized by Google

Les expériences ont entièrement répondu à nos prévisions. C'est ainsi que :

1° L'acier à 0,800 de carbone et à 20 °/₀ de nickel présente, refroidi à — 180 degrés, une décomposition beaucoup plus grande que lorsqu'il a été porté à — 78 degrés;

2° Les aciers à 0,800 de carbone et à 25 °/₀ de nickel, sur lesquels un froid de — 78 degrés est sans action, présentent des fers de lance nombreux après leur immersion dans l'air liquide.

On peut vraisemblablement en conclure que plus le refroidissement est intense, plus est grand le nombre d'aciers au nickel à structure polyédrique qui sont susceptibles d'être transformés.

III. — Ayant poursuivi les recherches sur la régénération des aciers altérés par une opération physique ou mécanique, nous en avons conclu qu'un acier qui, par un traitement quelconque, de polyédrique qu'il était auparavant est devenu martensitique, ne peut plus être régénéré par un recuit ou par une trempe. Il nous a semblé que les résultats de ces expériences pouvaient être résumés dans un diagramme très simple, étant donnée la loi établie par M. Osmond, et montrant la proportionnalité du carbone de trempe et du nickel.

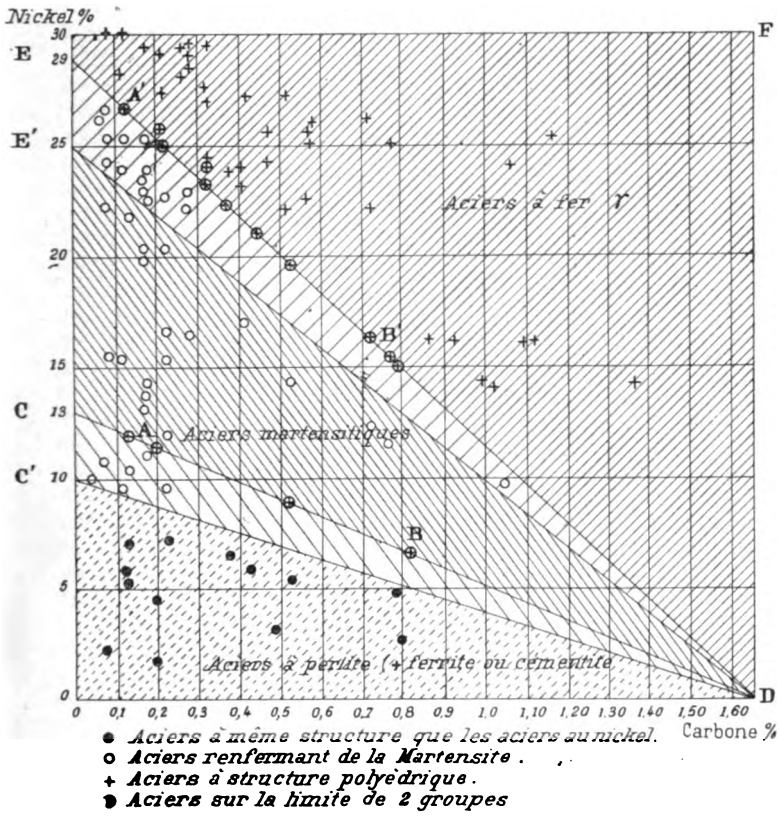


Diagramme montrant la proportionnalité du carbone de trempe et du nickel.

Sur deux axes rectangulaires, sont portées : les teneurs en carbone en abscisses, les teneurs en nickel correspondantes en ordonnées. Cherchons pour les différentes teneurs en carbone quels sont les premiers aciers qui présentent la structure martensitique ou la structure polyédrique.

Nous entendons par acier à structure martensitique, l'acier qui ne montre plus que de la martensite pure (il est, en effet, très difficile de déterminer exactement le moment où elle commence à se former).

Nous avons vu que pour la série des aciers à environ 0,120 de carbone, le premier acier à structure martensitique, est l'acier à 12 °/₀ de nickel et à 0,125 de carbone; il donne le point A; pour la série à 0,800 de carbone environ, le premier acier à structure martensitique est l'acier à 7 °/₀ de nickel et 0,800 de carbone; il est marqué en B. Si nous traçons la droite AB, nous obtenons, comme nous l'expliquerons plus loin, le lieu des points correspondant aux premiers aciers martensitiques de chaque série.

D'autre part, le premier acier polyédrique de la série contenant environ 0,120 de carbone est un acier qui renferme 27 °/₀ de nickel et 0,125 de carbone; le point correspondant est A'. Dans la série à environ 0,800 de carbone, le premier acier à structure polyédrique contient 15 °/₀ de nickel et 0,796 de carbone; le point correspondant est B'. La droite A'B' est le lieu des points relatifs aux premiers aciers polyédriques et, par conséquent, aux premiers aciers non-magnétiques de chaque série.

Si nous prolongeons les deux droites AB et A'B', nous voyons que :

1° Elles viennent toutes deux rencontrer l'axe des x au même point 1,650. Ceci est extrêmement important : M. Osmond a montré, en effet, que dans les aciers au carbone on ne pouvait obtenir de l'austenite que si l'acier était trempé et à condition encore de tremper d'une façon bien déterminée. Même dans ce cas, on n'a pas de l'austenite pure. M. Osmond a montré que le pourcentage de carbone, qui permet d'obtenir le maximum d'austenite, est 1,650;

2° AB rencontre Oy au point 13 tandis que A'B' rencontre le même axe au point 30.

Il s'agissait de vérifier que les deux droites indiquées donnaient bien les points correspondant aux premiers aciers martensitiques ou polyédriques de chaque série.

Pour faire cette vérification, nous avons employé deux méthodes :

1° Nous avons observé un très grand nombre d'aciers qui ont été mis à notre disposition par les grandes forges, notamment par celles de la Société Commentry-Fourchambault qui nous a fourni plus de cent échantillons;

2° Nous avons pris des aciers aussi pauvres que possible en carbone et dont la teneur en nickel variait de 0 à 25 °/₀, et nous les avons cémentés de façon que la couche superficielle présentât soit l'aspect martensitique, soit l'aspect polyédrique sous la plus faible épaisseur possible. Au tour, nous avons enlevé la couche superficielle ainsi formée sur une épaisseur d'un quart de millimètre et nous y avons dosé le carbone. Ces dernières expériences sont évidemment très longues, étant donnés les tâtonnements qui sont nécessaires pour arriver juste à la structure désirée. Aussi n'en avons-nous fait que quelques-unes.

Ces deux séries d'expériences nous ont donné des résultats d'une concordance remarquable. Tous les points marqués sur la figure représentent les aciers que nous avons observés.

Des aciers particulièrement intéressants à étudier étaient ceux qui se trouvent sur les limites. Leur reconnaissance est assez facile: ceux qui ne sont formés que de martensite ne présentent pas de plages blanches non orientées caractéristiques; mais comme il en est de même pour tous les aciers à martensite pure, il faut les décarburer légèrement par un recuit d'une heure à 900 degrés en présence d'oxyde de fer pour voir apparaître sur les bords les taches blanches à orientation confuse caractéristiques.

Pour les aciers qui se trouvent à la limite entre les aciers martensitiques et les aciers polyédriques, l'indication donnée par la microstructure est beaucoup plus certaine. En effet, les polyèdres sont très nets et sur leurs bords apparaissent quelques fers de lance très noirs. D'ailleurs, si l'on a des doutes, il suffit de marteler ces aciers, de les tremper ou, mieux encore, de les refroidir à — 10 degrés pour faire apparaître de nouveaux fers de lance blancs ou noirs. C'est ainsi que les différents aciers marqués ⊕ ont été trouvés sur la limite des différents groupes.

Pour vérifier les points qui se trouvent sur l'axe des y, il nous a fallu opérer sur des aciers absolument sans carbone; nous nous sommes alors adressé à l'aluminothermie qui nous avait déjà permis d'étudier les alliages d'aluminium.

Nous avons réduit différents mélanges d'oxydes de fer et de nickel par l'aluminium en prenant toutes les précautions que nous avons indiquées à propos de nos premières recherches (1). Après de nombreux tâtonnements, nous sommes arrivé à abaisser la teneur en aluminium contenu dans l'alliage ainsi obtenu à 2 °/₀ environ et, dans certains cas exceptionnels, il nous a été possible de ne pas avoir la moindre trace de ce métal. Nous avons ainsi préparé une série d'échantillons dans lesquels on voit nettement la structure des alliages fer-nickel.

En rapportant les proportions trouvées par l'analyse à celles d'un alliage formé seulement de fer et de nickel, nous sommes arrivé aux conclusions suivantes :

A 26,25 de nickel, on a de la martensite très nette et du fer γ;

A 28,40 de nickel, on a des polyèdres nettement formés; mais au centre on trouve de la martensite très fine;

Dès qu'on atteint 30 °/₀ de nickel, il n'y a plus que des polyèdres et ceux-ci sont très nets.

Les expériences relatives à l'autre point situé sur l'axe des y ne nous ont pas donné de résultats suffisamment nets pour qu'il y ait lieu d'en parler, et cela provient de ce qu'il est plus difficile de saisir juste le moment où disparaît tout le fer α.

Conclusion. — Les différents diagrammes, tracés comme il vient d'être indiqué, divisent le plan en plusieurs espaces triangulaires :

1° Le triangle CDO correspondant aux aciers ayant sensiblement les mêmes propriétés que les aciers au carbone ordinaires, possédant une résistance et une limite élastique un peu supérieures à ceux-ci, mais dont l'homogénéité est beaucoup plus grande;

2° Le triangle CDE correspondant aux aciers à structure martensitique et ayant des propriétés analogues aux aciers trempés contenant des quantités importantes de carbone; ces aciers sont extrêmement durs, ils sont fragiles et se travaillent difficilement. Ils sont, en général, adoucis par la trempe;

3° L'espace EDF qui correspond à des aciers ayant des propriétés nouvelles: leur limite élastique est faible, ils sont sans fragilité et se travaillent avec une grande facilité;

(1) *Bulletin de la Société d'Encouragement.* Septembre 1901.

Digitized by Google

4° Des zones de passage comprises entre les triangles précédents. C'est ainsi que dans le triangle C'D'C on a des aciers qui sont formés de ferrite, de perlite et de martensite. De même, le triangle EDE' correspond à des aciers formés de martensite et de fer γ. Les propriétés des aciers correspondant à ces zones de passage sont intermédiaires entre celles des aciers correspondant aux triangles adjacents.

Ces diagrammes n'ont été établis que pour des teneurs en carbone comprises entre 0 et 0,900. On peut se demander s'ils s'appliquent encore aux aciers hypereutectiques et si, au delà de 0,900 de carbone, on peut empêcher le dépôt de cémentite?

Voici les résultats des observations que nous avons faites sur quelques aciers très purs.

TENEURS 0/0 EN		MICROSTRUCTURE
carbone	nickel	
1,040	14,12	Polyédrique.
1,060	24,24	Polyédrique.
1,027	14,44	Polyédrique.
1,130	15,88	Polyédrique.
0,945	16,00	Polyédrique.
1,360	14,80	Polyédrique.
1,123	16,06	Polyédrique.

Il n'y a donc pas de doute, le diagramme s'applique bien à des teneurs supérieures à 0,900.

Nous avons examiné d'autres aciers contenant plus de 1,650 de carbone. Leur teneur en carbone était d'environ 2 °/₀, et celle du nickel assez faible. Nous avons reconnu que, dans ces conditions, le nickel ne produit aucune modification de structure. En résumé, le diagramme que nous avons établi permet, connaissant la composition d'un acier au nickel, d'en savoir la structure et les propriétés mécaniques.

Léon Guillet,
Docteur ès Sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

LES NOUVEAUX APPAREILS D'ÉCLAIRAGE AU GAZ par incandescence.

Éclairage intensif. — On connait les essais d'éclairage intensif par le gaz, qui ont été faits à l'Exposition de 1900, au Champ-de-Mars (1). Cet éclairage, qui se faisait par l'incandescence et qui rivalisait avec celui que donne l'arc électrique, fut obtenu d'abord au moyen de brûleurs type Bandsept et Denayrouse, dans lesquels on produisait un meilleur brassage de l'air et, par conséquent, un contact plus intime de cet air avec le gaz. Outre l'augmentation d'intensité lumineuse, en opérant de la sorte, on réalisait déjà un meilleur rendement. C'est ainsi qu'un bec Bandsept D, qui consomme 300 litres de gaz sous la pression de 70 millimètres, donnait 20 à 25 carcels, ce qui fait ressortir le débit de la carcel-heure à 15 litres environ. Le nombre des brûleurs variait de 1 à 15 par lanterne.

On obtint des résultats encore meilleurs en donnant une surpression au gaz, de sorte que le même bec Bandsept, consommant 350 litres, sous une pression de 200 millimètres, aurait donné une intensité lumineuse supérieure à 37 carcels, soit 9l 38 par carcel-heure (expériences de la Ville de Paris) (2).

Toutefois, ainsi que nous l'avons exposé, cette surpression exigeait une installation coûteuse, puisqu'il fallait recourir à l'emploi de ventilateurs Farcot et, pour les mettre en mouvement, de moteurs à gaz de 8 chevaux. Enfin, pour atteindre une intensité comparable à celle de l'arc électrique, on était obligé de multiplier le nombre de brûleurs, ce qui a l'inconvénient d'augmenter les frais d'entretien et de ne pas donner, d'ailleurs, une intensité lumineuse proportionnelle au nombre des brûleurs qui sont réunis dans une même lanterne.

Ces becs intensifs, qui avaient été primitivement créés pour l'Exposition de 1900 et qui étaient destinés d'abord à fonctionner aux hautes pressions, ont été modifiés par l'adjonction d'un verre à trous et de bagues de réglage d'air, de manière à fonctionner, d'une façon très satisfaisante, à toutes les pressions à partir de 12 millimètres. Ils constituent alors des becs d'intensité moyenne, qui seront décrits à leur place, un peu plus loin.

Lampe Scott-Snell. — L'appareil *Scott-Snell*, dont la Société Auer possède la licence d'exploitation, a résolu le problème beaucoup plus simplement : ici la compression se fait dans la lanterne même, en utilisant les chaleurs perdues du bec. On supprime ainsi toute l'installation importante, compliquée et coûteuse, à laquelle entraîne le procédé précédent. Dans le nouvel appareil, on peut se servir du gaz tel qu'il est fourni par la Compagnie; la surpression du mélange d'air et de gaz est produite par l'injection, dans le brûleur, d'air préalablement comprimé par l'appareil lui-même.

La lampe Scott-Snell (fig. 1 et 2) comprend essentiellement : 1° le compresseur d'air; 2° le bec proprement dit.

Le compresseur d'air n'est pas autre chose qu'une petite machine à air chaud de la plus grande simplicité. Un piston cylindrique P se meut librement à l'intérieur d'un cylindre R d'un diamètre très peu supérieur au sien. Il est suspendu par un système de ressorts antagonistes *r*; le ressort supérieur se comprimant et le ressort inférieur se détendant quand le piston descend. L'orifice supérieur du cylindre est fermé par une membrane élastique *ab* qui est fixée à la tige du piston, de cette façon le déplacement vertical de celui-ci n'est pas géné. Deux clapets, l'un *v* pour l'aspiration, l'autre *v'* pour le refoulement, sont réunis dans la pièce C.

Le piston étant supposé au milieu de sa course, et les ressorts s'équilibrant dans cette position, si l'on vient à allumer le bec, l'air se dilate et fait monter la pression dans tout l'appareil; toutefois, à

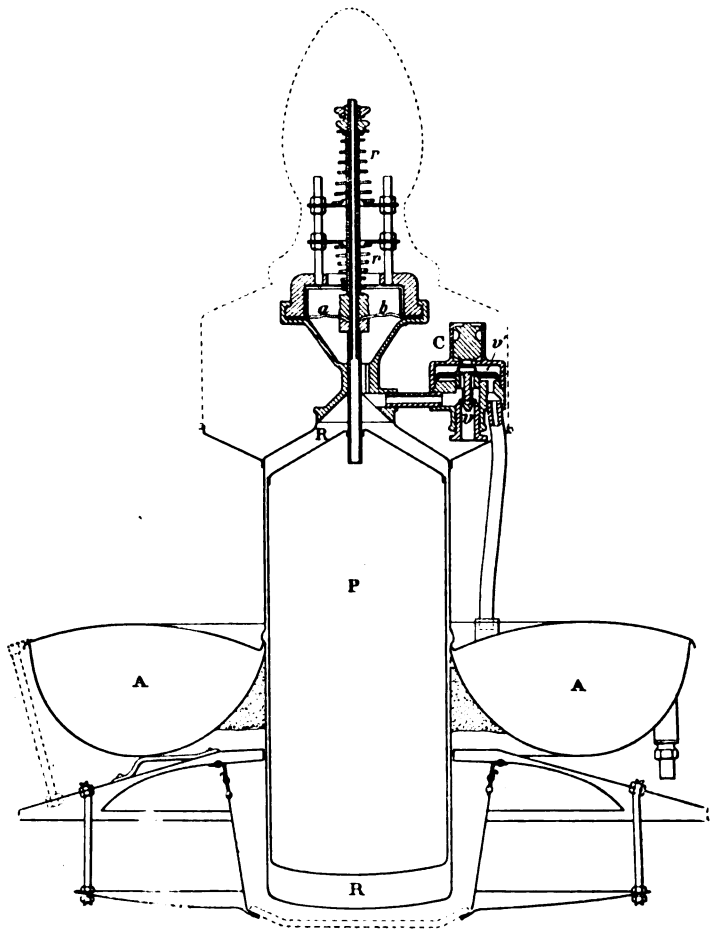


Fig. 1. — Coupe de l'appareil de compression de la lampe Scott-Snell.

cause de l'étroitesse de l'espace compris entre le cylindre et le piston et des frottements qui en résultent, l'air chaud qui est à la partie inférieure ne se mélange pas complètement à l'air froid de la partie supérieure, et la pression, dans les parties basses, est toujours un peu supérieure à celle qui s'exerce dans les parties hautes. Quand la pression ainsi produite dans la partie supérieure est devenue suffisante, la soupape de refoulement *v'* se soulève et donne passage à l'air qui se répand alors dans le réservoir A. En même temps, la membrane supérieure s'incurve vers le haut et le piston monte, aidé par la différence des pressions qui s'exercent sur sa face inférieure et sur sa face supérieure. En même temps il comprime le ressort inférieur. Quand le piston est en haut de sa course, tout l'air du bas qui était d'abord froid, s'est échauffé, et l'air du haut, toujours froid, s'est écoulé en partie par la soupape *v'*; l'équilibre de pression entre le réservoir A et le cylindre R a lieu, mais à ce moment le piston redescend sous l'influence du ressort inférieur et *v'* se ferme. L'air, passant de la partie basse qui est chaude dans la partie haute qui est froide, se contracte; la pression tombe au-dessous de la pression atmosphérique, la membrane se déprime, la soupape *v* s'ouvre et l'air extérieur est aspiré. L'équilibre de pression s'étant rétabli, le ressort supérieur qui, pendant ce temps, a été comprimé, se détend et fait remonter le piston. L'air qui se trouve à la partie inférieure du piston s'échauffe

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVIII, n° 2, p. 23.
(2) Voir le *Genie Civil*, t. XXXVIII, n° 2, p. 25.

Digitized by Google

comme précédemment, et le cycle qui vient d'être décrit recommence dans les mêmes conditions.

Au bout de quelques coups de piston, un régime de vitesses et de températures s'établit et la pression se maintient constante dans le réservoir et, par suite, au bec avec lequel il est mis en communication; cela a lieu au bout d'une minute et demie environ après l'allumage.

Il est important de remarquer qu'ici le piston ne fonctionne nullement comme celui d'un moteur. C'est un simple déplaceur bien suspendu, dont le rôle est de faire passer l'air alternativement d'une extrémité à l'autre du cylindre.

On peut atteindre, par ce moyen, dans le réservoir A, une pression d'environ 80 centimètres d'eau, mais il convient de la réduire et de la régler entre 50 et 60 centimètres.

Le bec est d'un type bien connu : il comporte une chambre sur le pourtour de laquelle se trouve une série de trous par lesquels s'échappe le gaz combustible; au centre se trouve l'injecteur d'air comprimé. Cet air comprimé est amené latéralement par un tube venant du réservoir supérieur A.

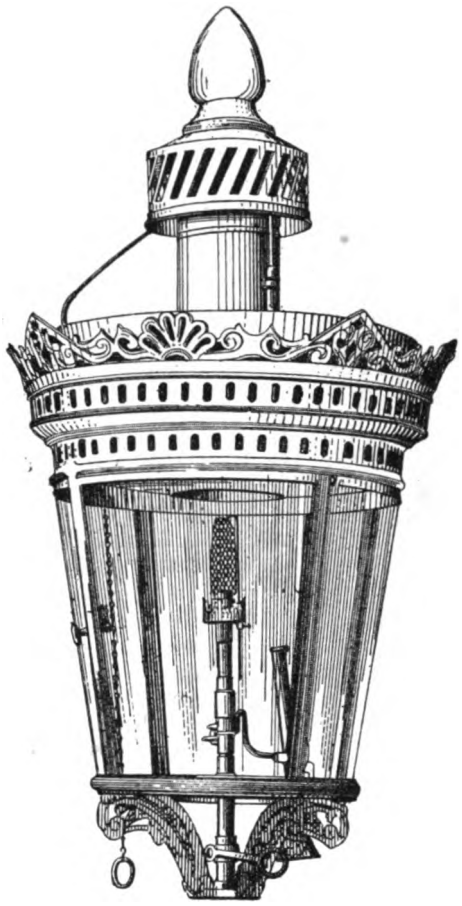


Fig. 2. — Vue d'ensemble de la lampe Scott-Snell.

Comme organes accessoires, il y a un jeu de chicanes obligeant les gaz produits par la combustion à s'étaler et à sortir latéralement de façon à ne chauffer que la partie inférieure du cylindre R; la partie supérieure doit, en effet, être exposée à la température de l'air extérieur pour demeurer froide.

Un des grands avantages de cette lampe, c'est qu'on peut atteindre l'intensité lumineuse d'une lampe électrique à arc avec un seul manchon.

Lampe Lucas. — La lampe Lucas, qui réalise la même intensité avec un seul manchon également, y arrive aussi en mélangeant intimement l'air et le gaz dans le brûleur, mais elle est absolument dépourvue d'appareil de compression. Le but est atteint par l'emploi d'une cheminée produisant un fort tirage et d'un tuyau de mélange très long où l'air, aspiré fortement par la cheminée, se mélange intimement au gaz dans des proportions déterminées.

A première vue on se demande comment une disposition aussi simple peut donner d'aussi bons résultats : l'intensité lumineuse est, en effet, supérieure à celle des brûleurs ordinaires fonctionnant avec une pression de 200 millimètres et consommant la même quantité de gaz.

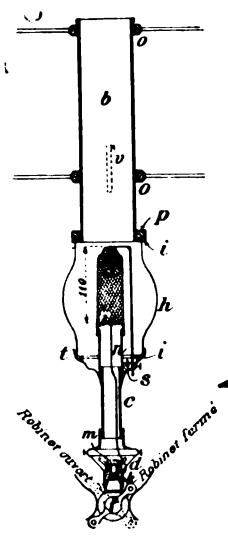


Fig. 3. — Coupe de la lampe Lucas.

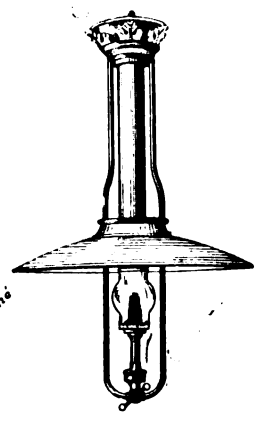


Fig. 4. — Lampe Lucas, modèle d'atelier.

Ainsi que nous l'indiquons dans la coupe ci-jointe (fig. 3), cet appareil se compose d'un chandelier c, comportant un robinet f à sa partie inférieure. Au centre de ce chandelier se trouve la veilleuse dont on peut régler le débit au moyen de la vis saillante k; cette veilleuse est alimentée par une petite conduite posée en dérivation. A la base du chandelier se trouve une petite galerie percée d'ouvertures d, par lesquelles se fait l'introduction d'air; le gaz est fourni par l'injecteur m et il se mélange à l'air aussitôt. Le manchon a est entouré d'une verrine h reposant sur la galerie t par l'intermédiaire d'une rondelle d'amiante i. A la partie supérieure de cette verrine se trouvent une collerette p et une autre rondelle i en amiante, recevant la cheminée de tirage b. Des colliers-guides maintiennent cette cheminée et lui permettent de glisser dans le sens vertical, tout en restant accrochée sur la baïonnette v aux deux fins de course. L'amplitude du mouvement est de 3 centimètres environ, ce qui permet de pouvoir engager et dégager le chandelier sur le rodage du robinet f sans qu'il soit besoin de tenir à la main la cheminée b.

Par cette disposition, on réalise une fermeture hermétique, et on est sûr de n'introduire en fait d'air dans le chandelier que celui dont l'entrée est produite par l'échappement du gaz sortant de l'injecteur et par le tirage de la cheminée. La veilleuse doit rester allumée en permanence.

Les résultats des essais faits aux laboratoires de l'Inspection de l'éclairage au gaz de la Ville de Paris ont été les suivants :

PRESSION D'EAU	DÉBIT HORAIRE DU GAZ	INTENSITÉ LUMINEUSE HORIZONTALE	CONSOMMATION PAR CARCEL-HEURE
millimètres	litres	carcels	litres
56	645	67	9,63
75	739	77,8	9,50
90	792	92,16	8,60

On peut dire, qu'en pratique, on obtient une intensité de 80 carcels avec 750 litres de gaz par heure, sous la pression habituellement fournie par la Compagnie Parisienne.

On voit que le rendement est d'autant meilleur que la pression est plus élevée.

Chacun peut, suivant les conditions dans lesquelles il se trouve, calculer l'économie que l'emploi de ces nouvelles lampes permet de réaliser sur l'éclairage électrique. Ces deux appareils sont appelés à de nombreuses applications, qui pourront différer suivant les circonstances, en remarquant que la lampe Scott-Snell est plus économique aux faibles pressions et que la lampe Lucas, à rendement égal, a l'avantage d'être d'une plus grande simplicité.

Bec Bandsept. — Les conditions principales d'une bonne combustion : vitesse maximum du mélange gazeux à son passage sur la grille du brûleur et mélange intime en proportion convenable (voisine de 5 pour 1 autant que possible), semblent contradictoires dans la plupart des cas, car tout dispositif produisant le brassage du mélange, en diminue forcément la vitesse. Ce sont cependant ces conditions qu'on a cherché à réaliser dans les brûleurs Bandsept, non par des obstacles placés sur le trajet du mélange gazeux, mais par une disposition rationnelle des profils du brûleur et des entrées d'air.

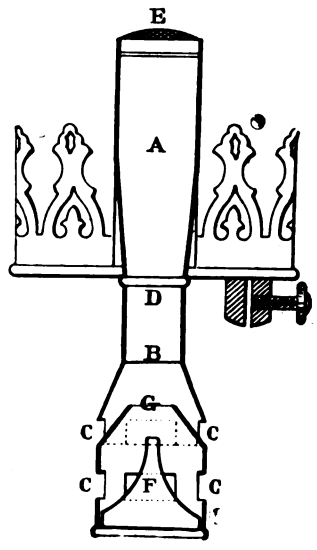


Fig. 5. — Coupe du bec Bandsept B.

Le brûleur (fig. 5) est formé de deux troncs de cône superposés A et B réunis par leurs petites bases. Le mélange combustible se fait dans le premier tronc de cône B, au bas duquel sont placées les entrées d'air C. Le brassage est obtenu par le passage dans l'étranglement médian D. Le second tronc de cône sert de chambre de détente au mélange qui vient brûler sur la grille E.

Les entrées d'air C, disposées rationnellement par rapport à l'injecteur F, forment deux étages superposés séparés par une pièce nommée giffard G, de façon à permettre une seconde injection d'air. Les profils de l'injecteur, du giffard et des entrées d'air, ainsi que leurs dimensions respectives, ont été déterminés de manière que la rencontre des filets d'air et de gaz se fasse tangentiellement. Toute leur force vive est ainsi utilisée à la production d'un mélange riche en air et aussi intime que possible. La suppression de tout obstacle à l'intérieur du bec fait que le mélange sorti de la zone d'injection garde ensuite toute sa vitesse.

La grille est complètement découverte de façon à obtenir une flamme courte et raide; l'intensité lumineuse est alors produite sur un man-

Digitized by Google

chon de dimensions très réduites et qui, par conséquent, est beaucoup plus solide; l'éclat intrinsèque, dans ces conditions, est considérable.

Tel est le type des anciens brûleurs; il a été, comme on l'a vu, modifié, dans les nouveaux brûleurs, de façon à pouvoir utiliser du gaz à pression très faible.

En outre, il a été créé, depuis, de nouveaux modèles fonctionnant toujours d'après les mêmes principes, de sorte qu'il existe aujourd'hui toute une série de brûleurs Bandsept depuis 1,9 carcels jusqu'à 25 carcels et fonctionnant depuis une pression de 12 millimètres jusqu'à 70 millimètres.

Éclairage d'intensité moyenne. — Bec système Lanneau. — Dans le bec de Lanneau (fig. 7), qui est employé par la Société « la Couronne », et qui est représenté en coupe dans la figure 6, la chambre de mélange A est entourée d'une gaine cylindrique concentrique dans laquelle circule de l'air non mélangé de gaz et qui est ainsi amené directement sous le manchon. Les constructeurs ont pensé que cette colonne d'air qui se chauffe au contact du brûleur doit achever la combustion dans la partie de la flamme où le calorique a son maximum d'effet utile, c'est-à-dire sur les mailles mêmes du tissu, là où cet air est appelé à brûler les carbures dissociés dans la flamme. En outre, la combustion étant meilleure, on opère dans des conditions plus économiques; il ne se forme plus du tout d'oxyde de carbone, avantage hygiénique qui n'est pas négligeable.

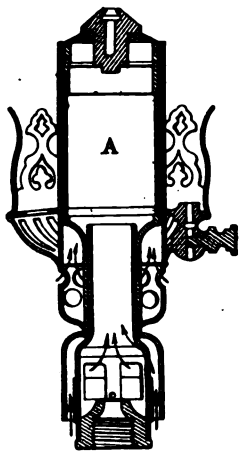


Fig. 6. Coupe du bec de Lanneau.

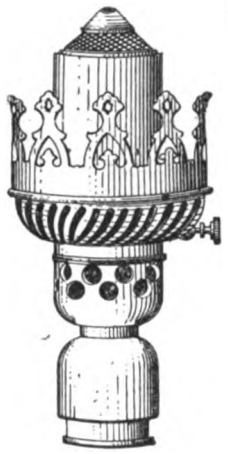


Fig. 7. Aspect extérieur du bec de Lanneau.

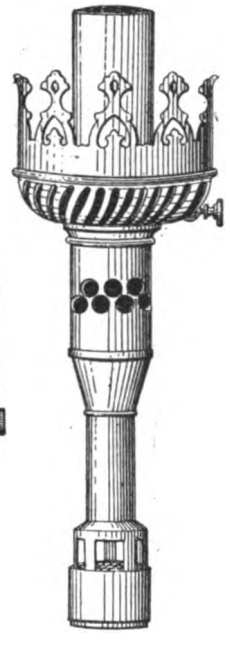


Fig. 8. Bec de Lanneau intensif.

Ainsi qu'on peut le voir, le bec, dit Intensif (fig. 8), diffère du bec ordinaire par la longueur du tube de mélange, ce qui lui donne une certaine analogie avec le brûleur Bandsept.

Bec Kern. — Dans ce brûleur, on a évité l'emploi d'une cheminée en verre; on mélange au gaz une quantité d'air suffisante pour assurer une combustion complète, et on produit ce mélange dans les proportions voulues avant combustion et non pas au moment même de la combustion. Ce brûleur diffère donc des autres en ce qu'il ne nécessite aucune insufflation d'air supplémentaire autour de la flamme, donc suppression de tout moyen mécanique spécial, ou de tube-cheminée. Il remplit aussi la condition économique qui consiste à diriger et à concentrer la flamme sur les points de meilleure utilisation, c'est-à-dire sur la surface même du manchon.

Le brûleur Kern (fig. 9) se compose d'un Bunsen C, allongé en forme d'hyperboloïde de révolution (les asymptotes de la méridienne font entre elles un angle de 16 degrés, et le cercle de gorge est situé plus ou moins près de l'injecteur B, suivant le type du bec). Cette forme donne lieu à un entraînement d'air très actif et évite la perte de charge que donneraient les angles. Après avoir cheminé ensemble et parallèlement dans ce Bunsen, l'air et le gaz se mélangent entièrement dans le panier F et se rendent dans la chambre E (très chaude pendant le fonctionnement); là ils sont guidés par les parois de la chambre et, notamment, par la pièce G, et ils s'échappent par un orifice annulaire en se laminant au contact des dents inclinées de la roue K. Le mélange gazeux brûle alors en donnant lieu à une flamme courte, très chaude et entièrement bleue. L'entraînement d'air et de gaz est très rapide et le mélange s'effectue dans le rapport de un volume de gaz pour cinq volumes d'air, c'est-à-dire que la combustion est assez parfaite au sortir du Bunsen pour que le tube-cheminée soit tout à fait inutile. L'absence de cheminée en verre est appréciable, la rupture du verre entraînant presque toujours celle du manchon.

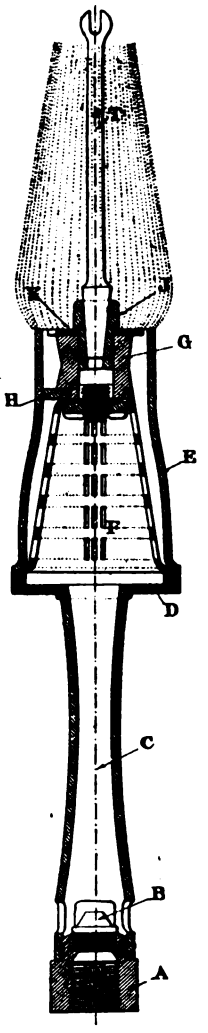


Fig. 9. — Coupe du bec Kern.

La chaleur développée par ce brûleur est très intense et porte le manchon à une incandescence très vive. D'ailleurs, les manchons dont sont munis ces brûleurs paraissent être de bonne qualité, car la constance du rendement lumineux est remarquable. Ils sont montés sur le bec, soit au moyen d'une fourche axiale, qui permet de les centrer exactement et sans difficulté, soit au moyen d'un système à potence avec vis de pression, qui permet, non pas le centrage du manchon, mais son abaissement quand il vient à se raccourcir; cet avantage nous semble illusoire, puisque les manchons de bonne qualité ne se raccourcissent pas.

Le brûleur Kern réalisant la combustion complète sans tube-cheminée et surtout sans utilisation de l'air ambiant, était tout indiqué pour s'appliquer aux appareils de chauffage dont nous parlerons prochainement dans une étude sur le chauffage par le gaz.

Bec Renversé. — Le public s'est habitué à l'éclairage par incandescence électrique qui se prête si bien à tous les dispositifs et il apprécie notamment l'éclairage par le haut sans aucune branche de support interposée entre la lampe et la surface à éclairer. Pour réaliser cette disposition, les appareilleurs à gaz ont cherché le bec renversé. Tout d'abord on a constaté que la flamme du gaz ne pouvait sortir vers le bas qu'à la condition d'être projetée avec une très forte pression et, par suite, nécessitait des dispositifs très coûteux; de plus, sous l'influence de très fortes pressions, les manchons durent peu. Il fallait, en outre, éviter d'une façon absolue la combustion en dedans, c'est-à-dire le retour de flamme dans l'intérieur du bec et cela sans modifier la pression normale du gaz.

La combustion en dedans du Bunsen a, en effet, ici bien plus de chance de se produire puisqu'elle est due à un trop fort échauffement du tube Bunsen, et qu'ici la flamme, ayant naturellement tendance à s'élever, l'échauffera très facilement.

Il fallait donc éviter l'échauffement du brûleur, et pour cela fabriquer celui-ci en substance très mauvaise conductrice de la chaleur, et donner au tube du Bunsen une forme telle que l'échauffement de la base du bec ne puisse pas se communiquer aussi facilement à la partie voisine de l'injecteur à gaz. L'expérience démontra, cependant, que cela ne suffisait pas, car l'intensité de la flamme d'un pareil brûleur allait en diminuant à mesure que le Bunsen s'échauffait. C'est alors que l'on eut l'idée d'écarter les gaz produits par la combustion le plus loin possible du tuyau de mélange.

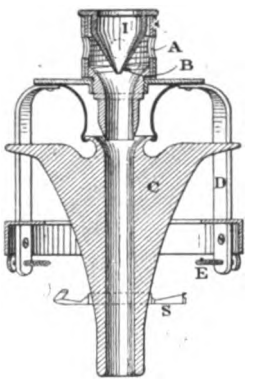


Fig. 10. — Coupe du bec Renversé.

Fig. 11. — Bec Renversé muni de son manchon et de sa verrine.

Les figures 10 et 11 montrent comment les constructeurs du *bec Renversé* ont réalisé ces conditions. Le tube mélangeur est isolé du cône d'arrêt de chaleur C; celui-ci a, de plus, une forme appropriée par laquelle les produits gazeux de la combustion, chauds, sont rejetés latéralement. Quant au Bunsen B, il fonctionne comme d'habitude,

Digitized by Google

au moyen de l'injecteur à gaz I et des orifices d'aspiration A. Autour du tube C est fixé un support S qui reçoit le manchon spécial renversé et un support à vis permettant de disposer une verrine autour de ce manchon, comme dans les lampes électriques à incandescence.

Les essais photométriques qui ont été faits sur cette lampe montrent que l'éclairement maximum a lieu suivant la direction de l'axe vertical du manchon. On pourrait, à notre avis, agrandir la surface horizontale d'éclairement maximum, au moyen d'un réflecteur tronconique dont le sommet serait dirigé vers le haut, et qui renverrait verticalement vers le bas les rayons émis latéralement par le manchon.

Le type du bec renversé adopté par les Compagnies de chemins de fer pour l'éclairage des voitures, donne une lumière de 30 bougies avec une dépense de 15 litres de gaz riche à 110 millimètres de pression. Employé avec le gaz de ville, il donne une lumière de 37 bougies avec une dépense de 40 litres à la pression moyenne de 55 à 60 millimètres.

Intensité lumineuse et consommation des becs d'intensité moyenne. — Nous avons essayé de nous rendre compte des intensités lumineuses et des consommations des becs de Lanneau, Kern et Bandsept, mais les résultats que nous avons obtenus ne présentent pas beaucoup d'intérêt au point de vue pratique, car, outre le coefficient personnel qui n'est pas négligeable dans la méthode photométrique, la coloration de la lumière, son éclat, la forme du manchon sont autant de facteurs qui rendent les comparaisons difficiles. D'autre part, l'intensité lumineuse varie, pour chaque type de bec, avec l'inclinaison des rayons lumineux, avec la pression, avec la qualité du gaz. Nous pouvons seulement dire, d'une façon très générale, que les intensités de ces différents brûleurs, à consommation égale, sont à peu près équivalentes et que la carcel-heure est obtenue avec 12 à 14 litres sous la pression de 60 millimètres, et avec 20 à 22 litres sous celle de 25 millimètres.

Il résulte de nos expériences que la cheminée, soit simplement étranglée, soit percée de trous à la base, est nécessaire pour les becs de Lanneau, à toutes les pressions, et Bandsept, aux basses pressions seulement; ayant fait brûler ces becs à l'air libre, nous avons, en effet, constaté une diminution très importante de l'intensité lumineuse. Le bec Kern nous paraît être le seul modèle qui, normalement, puisse fonctionner économiquement sans cheminée.

H. GUÉRIN,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

JURISPRUDENCE

LES ACCIDENTS DU TRAVAIL

dans les entreprises françaises aux colonies et à l'étranger.

La loi du 9 avril 1898 *concernant les responsabilités des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail* n'a pas été déclarée immédiatement applicable à l'Algérie et aux colonies : il a semblé impossible d'insérer dans le texte législatif une mesure aussi absolue, qui aurait pu rencontrer dans la pratique les plus sérieuses difficultés (1). Le législateur s'est donc borné à laisser le pouvoir exécutif juge de l'opportunité de l'extension du nouveau régime aux colonies, et à lui déléguer le soin de réaliser cette application par voie de règlement d'administration publique.

C'est ce que dit l'article 34 ainsi conçu :

Un règlement d'administration publique déterminera les conditions dans lesquelles la présente loi pourra être appliquée à l'Algérie et aux colonies.

L'application de cette disposition n'est pas douteuse au cas où il s'agit d'accidents survenus à des ouvriers ou employés occupés dans des entreprises qui ont leur siège et leur exploitation en Algérie ou dans les colonies françaises. S'il n'est pas intervenu de règlement d'administration publique pour soumettre expressément ces colonies au régime de la loi de 1898, cette loi ne s'applique pas. Dès lors, on écarte le système du risque professionnel et de l'indemnité forfaitaire, et on reste sous l'empire du droit commun, d'après lequel le patron n'est responsable que des accidents imputables à sa faute, avec libre évaluation par le juge des dommages-intérêts afférents à la réparation du préjudice causé.

D'ailleurs, limitée dans ces termes, la question est sans intérêt actuel, puisque aucun règlement d'administration publique n'a encore été promulgué pour étendre l'application de la loi du 9 avril 1898 aux entreprises constituées et exploitées en dehors du territoire de la France continentale.

Mais, d'ores et déjà, il paraît acquis en jurisprudence qu'il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit d'accidents survenus aux colonies, à des ouvriers français envoyés dans ces pays par un industriel français, en vertu d'un contrat de louage de services passé en France.

Dans ce cas, la loi de 1898 s'applique de plein droit.

Il importe peu que les charges d'assurances, qui incombent au patron, doivent alors être plus élevées. Peu importe aussi que les règles spéciales de compétence, prévues par la loi de 1898, ne puissent pas être suivies, à raison des différences d'organisation judiciaire. Ces considérations n'ont pas été retenues comme essentielles.

La jurisprudence estime que la situation de l'ouvrier ne peut pas être empirée par ce fait qu'ayant contracté en France, c'est-à-dire s'étant placé sous la protection de la loi française, il est envoyé par son patron là où ne s'applique pas cette loi, par exemple, dans les colonies auxquelles un décret n'est pas venu en consacrer l'extension. Les relations entre le chef d'entreprise et l'ouvrier ne se modifient pas suivant le lieu où s'exécute le travail. C'est le lieu où le contrat est passé qui détermine la loi qui doit être appliquée, alors surtout que le contrat a lieu entre Français pour l'exploitation aux colonies d'une entreprise ayant son siège social en France.

Cette solution est intervenue dans l'espèce suivante : M. Le R..., dessinateur à Nantes, envoyé au Congo français par ses patrons, MM. de la B... et F..., pour y exécuter un travail, vint à mourir au cours de ce travail. Sa veuve ayant réclamé la rente prévue par la loi du 9 avril 1898, MM. de la B... et F... résistèrent à cette demande en prétendant que cette loi ne leur était pas applicable, l'accident ayant eu lieu au Congo.

A la date du 12 décembre 1901, le Tribunal civil de Nantes rejeta cette prétention.

Voici les termes du jugement :

Le Tribunal,

Sur la territorialité de la loi :

Attendu, d'après de La B... et F..., que cette loi ne régit que les accidents survenus en France, et ce, par suite de sa procédure même, et de l'article 34;

Attendu, quant à la procédure, que, sans doute, les prescriptions relatives à la déclaration à la mairie du lieu de l'accident, à la compétence et à l'intervention du juge de paix, du président du Tribunal, et à celle du Tribunal du même lieu, comme à l'assistance judiciaire, à l'organisation du fonds de garantie sont, en totalité, ou tout au moins dans leur généralité, applicables en France seulement, et certainement inapplicables au Congo; que la loi présente, de ce chef, une lacune grave, justifiant les critiques très judicieuses des défendeurs, mais que l'indivisibilité alléguée par eux, entre cette procédure et le principe d'action créé par la loi, n'est pas démontrée et ne ressort ni de son esprit ni de son texte; qu'il serait donc excessif de subordonner l'existence même de cette action au fonctionnement normal et régulier de la procédure instituée; qu'il semble plus juridique, par application de l'article 34 de la loi de 1898, de décider que lorsque cette procédure exceptionnelle ne pourra être suivie, les magistrats devront y suppléer, soit par des mesures d'analogie, commissions rogatoires, etc., soit par le simple retour au droit commun de la procédure;

Attendu, quant à l'article 34, qu'il n'a ni le sens ni la portée que les défendeurs lui attribuent, en subordonnant, dans tous les cas, son application aux colonies, à la publication d'un règlement d'administration publique non encore existant au Congo; que, d'après les travaux parlementaires, et notamment d'après les explications du rapporteur au Sénat, M. Thévenet, cet article a pour but de réserver l'application de la loi aux colonies, au regard des indigènes, par suite des différences inhérentes à leur état social et à leurs statuts locaux; que toute autre est l'espèce actuelle, puisqu'il s'agit d'un contrat passé en France entre Français; qu'à dire vrai, la question de territorialité ne se pose pas même, puisqu'il s'agit seulement de savoir si les effets juridiques même indirects d'un tel contrat doivent disparaître lorsque l'un des contractants quitte la France; que les défendeurs ne font même pas allusion à cette conséquence, tellement elle serait exorbitante, mais qu'elle découle cependant de leur système;

Par ces motifs,

Dit que la loi du 9 avril 1898 s'applique au cas de Le R..., bien que l'accident soit survenu aux colonies, le contrat ayant été passé en France, entre Français.

Sur appel de MM. de la B... et F..., la Cour d'appel de Rennes (1re Ch.) a rendu l'arrêt confirmatif suivant :

La Cour,

Considérant que les appelants excipent de l'inapplicabilité de la loi du 9 avril 1898 au Congo français ;

Mais considérant que cette loi s'applique non seulement aux accidents survenus dans l'établissement ou dans l'usine qui sont le siège principal de l'industrie, mais aussi aux accidents dont l'ouvrier est victime dans les diverses succursales ou les chantiers où son patron peut l'employer ; qu'il importe peu que ce chantier soit établi dans la même ville en France, ou même, d'après l'unanimité des auteurs, dans un pays étranger, pourvu que le contrat soit intervenu en France et entre Français ; qu'en effet les relations entre le patron et l'ouvrier ne se modifient pas suivant le lieu où s'exécute le contrat ;

Considérant que l'article 34 de la loi du 9 avril 1898 ainsi conçu : « Un règlement d'administration publique déterminera les conditions dans lesquelles la présente loi pourra être appliquée à l'Algérie et aux colonies » se réfère uniquement aux industries locales ; qu'on ne saurait, sans apporter dans la loi une restriction qui n'est pas entrée dans l'esprit du législateur, en étendre l'application aux ouvriers français envoyés aux colonies par un industriel français en vertu d'un contrat de louage de services passé en France ;

Considérant que les appelants invoquent en vain à l'appui de leur thèse l'impossibilité où l'on se trouverait d'appliquer la procédure organisée par la loi de 1898 ; qu'en effet les diverses formalités édictées ne sont pas d'ordre

(1) Explications de M. Thévenet, rapporteur de la loi, à la séance du Sénat du 19 mars 1898 (*Journal Officiel* du 20 mars 1898, p. 350 et 351).

Digitized by Google

public ; que, de plus, il n'est pas impossible de faire toute la procédure en France, au siège social, ainsi que cela s'est pratiqué dans la cause actuelle ;

Considérant, enfin, que l'élévation des frais généraux qui grèvent de pareils contrats, soit par suite du taux des salaires, soit par suite du chiffre excessif des primes d'assurances qui peuvent obliger le patron à être son propre assureur, n'est pas davantage de nature à faire écarter l'application de la loi ;

Considérant, en fait, que de La B... et F... avaient entrepris, pour le compte du gouverneur français au Congo, la construction d'une canonnière remorqueur, l'*Albert Dolivie*, qu'ils devaient fabriquer avec leur usine à Nantes, essayer en France, expédier à Brazzaville, où elle devait être remontée par leurs ouvriers, et essayée de nouveau avant livraison définitive ; que, pour satisfaire à leurs obligations, ils ont envoyé au Congo un personnel d'ouvriers, sous la direction et la surveillance de Le R... ; qu'ils ont, de la sorte, organisé un véritable chantier annexe de leur maison principale ;

Par ces motifs ;

Dit et juge que la loi du 9 avril 1898 est applicable aux accidents du travail qui se produisent aux colonies françaises, lorsque l'ouvrier ou employé victime de l'accident est un Français envoyé aux colonies par un industriel français, en vertu d'un contrat de louage de services passé en France, etc. (1).

On voit que l'idée de droit qui domine cette solution est de considérer que « les relations entre le patron et l'ouvrier ne se modifient pas suivant le lieu où s'exécute le travail » et qu'elles doivent être réglées en tout lieu par la loi française, par cela seul qu'elles ont été contractées sous les auspices de cette loi.

Or, s'il en est ainsi, il paraît bien difficile de ne pas appliquer la même idée, et, par conséquent, la même solution, au cas d'accidents du travail survenus en pays étranger, lorsque c'est en France et entre Français que le contrat de louage de services aura été passé. La loi du 9 avril 1898 pourra être invoquée. Les raisons de décider sont exactement les mêmes qu'au cas d'accidents survenus aux colonies. Qu'importe le lieu de l'accident, puisque la jurisprudence considère que le contrat de travail, qui a été soumis à la loi française, ne saurait varier dans ses effets suivant le lieu où s'exécute ce travail.

C'est, d'ailleurs, ce qui résulte d'un avis du Comité consultatif des assurances contre les accidents, en date du 7 mars 1900, où nous lisons ce qui suit :

Le Comité consultatif des assurances contre les accidents du travail,

Saisi, par M. le Ministre, d'une demande tendant à l'interprétation de la loi du 9 avril 1898, en ce qui concerne les ouvriers employés à l'étranger par des entreprises ayant leur siège en France,

Est d'avis :

1° Que les entreprises assujetties ayant leur siège en France et détachant des ouvriers en pays étranger pour des travaux temporaires sont responsables des accidents survenus à l'étranger auxdits ouvriers, dans les termes de la loi du 9 avril 1898 ;

2° Que, s'il est désirable, en pareil cas, pour répondre au vœu du législateur, que la cause, la nature, les circonstances et les suites probables de l'accident soient établies sur les lieux dans le délai le plus rapproché, aucune disposition de la loi ne paraît astreindre le chef d'entreprise à la déclaration prévue par son article 11 ;

3° Que l'enquête prévue par les articles 12 et 13 incombe, s'il y a lieu, à la justice de paix du canton, siège de l'exploitation qui a détaché l'ouvrier à l'étranger, dès qu'elle se trouve saisie de l'accident, soit par une déclaration spontanée du chef d'entreprise, soit par une déclaration de la victime ou de ses ayants droit (2).

Et voici, d'autre part, un jugement du Tribunal civil d'Alais, en date du 27 janvier 1903, qui consacre, au moins implicitement, la même solution, en même temps qu'il pose en principe qu'en pareil cas la procédure doit être suivie devant le tribunal du siège de l'entreprise en France.

Le Tribunal,

Attendu qu'Anaïs P... a assigné la Société de constructions mécaniques d'A... aux fins de se faire servir la rente viagère qui lui serait due, aux termes de la loi du 9 avril 1898, à la suite de la mort de son mari Joseph R..., décédé victime d'un accident en cours de travail à Darkvety (Russie) ;

Attendu que la Société défenderesse soulève *in limine litis* une exception d'incompétence *ratione loci*, le tribunal compétent, d'après elle, étant celui du lieu de l'accident, les enquêtes prescrites par la loi devant être faites dans le canton du lieu de l'accident ;

Attendu qu'il résulte de la procédure suivie devant le juge de paix du canton Est d'A... que Joseph R..., ouvrier ajusteur et monteur, domicilié à A..., était au service de la Société de constructions mécaniques à A..., lorsque celle-ci l'envoya en Russie à Darkvety, pour y opérer le montage de diverses machines pour une industrie mécanique qui s'y installait ;

Attendu que c'est pendant qu'il effectuait ce travail que l'accident, sur les circonstances desquelles le tribunal n'a pas à s'expliquer, quant à présent, survint à cet ouvrier et occasionna sa mort ;

Attendu qu'il n'est point douteux que lorsqu'un accident survient, à l'étranger, à un ouvrier d'une industrie assujettie à la loi, c'est le tribunal du domicile de l'assujetti qui devient compétent pour connaître de la contestation à laquelle l'accident donne naissance et pour la fixation de la rente, après que la procédure tracée par la loi du 9 avril 1898 a été suivie ;

Attendu qu'on ne saurait sérieusement soutenir qu'il appartient à des Français d'aller solliciter des magistrats étrangers l'application des dispositions d'une loi française qu'ils ne sont point tenus de connaître et encore moins d'exécuter ; que, dans ces conditions, l'exception soulevée par la Société défenderesse n'étant point fondée doit être rejetée ;

Attendu que la partie qui succombe doit supporter les dépens ;

Par ces motifs,

Rejette, comme injuste, irrecevable et mal fondée, l'exception d'incompétence soulevée par elle ; se déclare compétent et renvoie les plaidoiries au fond au mardi 3 mars prochain, neuf heures du matin ;

Condamne la Société de constructions mécaniques d'A... aux dépens de l'incident (1).

Enfin, il faut s'attendre à ce que la jurisprudence admette aussi que, dans les mêmes conditions, l'ouvrier étranger, qui aura été embauché, en France, par une entreprise y ayant son siège social, puisse se prévaloir du bénéfice de la loi du 9 avril 1898, pour les accidents survenus en Algérie, dans les colonies françaises, ou même en pays étranger, au cours des travaux exécutés pour cette entreprise. C'est, qu'en effet, la loi de 1898 s'applique aussi bien aux Français qu'aux étrangers, dès lors que le contrat de louage de services se trouve régi par la loi française (2).

Il y a là une raison d'utiles précautions d'assurances à prendre par tous les industriels dont l'entreprise, constituée en France, est exploitée en Algérie, dans les colonies françaises ou même à l'étranger.

Louis RACHOU,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

(1) *Gazette des Tribunaux*, numéro du 16 janvier 1903.

(2) *Bulletin de l'Office du Travail*, année 1900, page 388.

VARIÉTÉS

Sur la substitution des peintures à base de zinc aux peintures à base de plomb.

Les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (séance du 15 juin 1903) contiennent une Note de M. J.-L. BRETON que nous reproduisons ci-après *in extenso :*

Ayant soumis à des actions diverses et attaqué par de nombreux réactifs puissants toute une série de peintures à base de céruse, d'oxyde de zinc et de lithopone, nous avons pu établir expérimentalement les faits suivants :

La céruse résiste mieux que ses succédanés à l'action de certains acides concentrés et, dans certains cas particuliers et d'une façon momentanée, à la pénétration des efflorescences du salpêtre ; elle se montre, en revanche, très inférieure sous l'action de la chaleur, des variations brusques de température, des émanations sulfhydriques et de certains oxydants énergiques comme l'hypochlorite de soude.

De plus, les peintures à la céruse sont sensiblement moins adhérentes que les autres aux supports sur lesquels elles sont appliquées et ont une tendance très marquée à se boursoufler.

Si l'adjonction d'essence de térébenthine diminue la solidité de toutes les peintures, l'addition de sulfate de baryte à la céruse, tout en amoindrissant notablement son pouvoir couvrant, ne semble pas rendre la peinture moins résistante ; de même, l'adjonction de siccatif à l'oxyde de zinc, dans la proportion nécessaire pour donner aux peintures une siccativité équivalente à celle de la céruse, ne nuit en rien à la résistance de la peinture et paraît, au contraire, dans certains cas tout au moins, augmenter cette solidité.

La céruse forme avec l'huile de lin, non pas une combinaison, mais un simple mélange, moins homogène que celui formé par l'oxyde de zinc.

Par toute une série de méthodes différentes et qui nous ont donné des résultats remarquablement concordants, nous avons comparé les pouvoirs couvrants de la céruse, du lithopone et de l'oxyde de zinc : nous avons pu établir que, à poids égal, le pouvoir couvrant de l'oxyde de zinc est à peu près le double de celui de la céruse, et que le lithopone possède lui-même un pouvoir couvrant supérieur d'un tiers environ à celui du carbonate de plomb.

A volume égal, le pouvoir couvrant de l'oxyde de zinc reste très supérieur à celui de la céruse ; mais comme, à quantités égales, le premier de ces corps forme avec l'huile des mélanges beaucoup moins fluides, il est nécessaire, dans la pratique, de tenir plus épaisses les peintures au blanc de zinc pour obtenir le même résultat.

Enfin nous avons démontré que les peintures fraîches à la céruse émettent des émanations plombiques, pouvant parfois présenter des inconvénients graves pour la santé des personnes amenées à les respirer.

Nous pensons que cette série d'expériences constitue de nouveaux et décisifs arguments en faveur de la substitution des peintures à base de zinc aux peintures à base de plomb, substitution si souhaitable au point de vue hygiénique et qui ne peut présenter que des avantages au point de vue purement technique.

(1) *Gazette du Palais*, numéro du 19 mars 1903.

(2) La loi du 9 avril 1898 a seulement réglé d'une manière différente les conditions et le quantum de l'indemnité à allouer aux ouvriers étrangers ou à leurs représentants (art. 3).

Digitized by Google

Vidange automatique des réservoirs contenant des liquides inflammables.

La plupart des appareils imaginés jusqu'à ce jour pour la protection des dépôts de matières liquides inflammables consistent en des dispositifs permettant l'extinction de l'incendie, par exemple au moyen d'acide carbonique, quand le réservoir à protéger est déjà atteint par le feu. La disposition caractéristique des appareils imaginés par M. Ch. Allenou, réside en ce fait qu'ils permettent la vidange automatique des réservoirs avant que le feu ne les ait atteints, en assurant l'évacuation du liquide dans des citernes placées hors d'atteinte.

L'automacité de la vidange est basée sur l'emploi d'alliages fusibles, qui, fondant dès que la température de l'encein te s'élève suffisamment, provoquent la chute des organes de déclenchement ; l'évacuation des liquides se produit alors par siphonnage.

Sous une première forme d'exécution(fig. 1), le dispositif comporte, à la partie inférieure du réservoir A à protéger, un siphon constitué par la combinaison de pièces tubulaires *a*, *b* et *c*. La tubulure *a* est fermée, à sa partie supérieure, par une membrane métallique légère *d*, solidement maintenue entre les brides des tubulures et qui peut être percée par la chute du cône perforateur placé au-dessus, quand, par suite de l'élévation de température de l'enceinte, le bloc d'arrêt *f*, placé sur la même tige et constitué, par exemple, par un alliage Darcet, entre en fusion. Les ouvertures ménagées entre les divers cylindres sont pourvues de toiles métalliques.

Le cône perforateur, après avoir traversé la membrane *d*, vient reposer à la partie supérieure de la surface tronconique évidée *g*, qui soutient également, au moyen de fils fusibles, un anneau *h*.

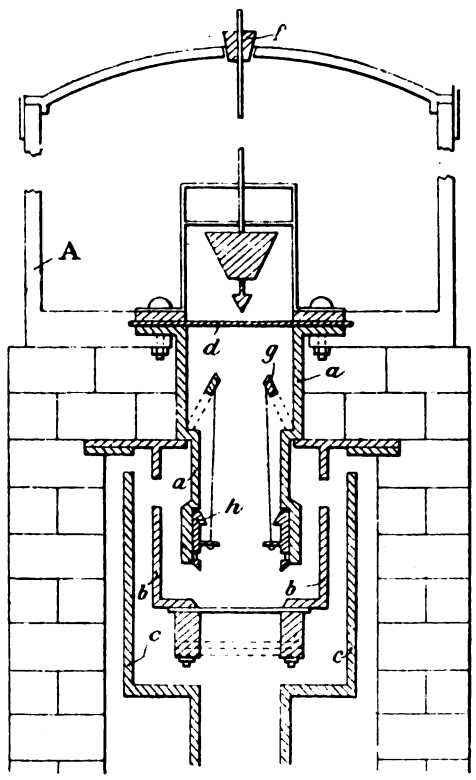


Fig. 1. — Dispositif de vidange par siphonnage, avec cône perforateur.

Le liquide s'écoule par le siphon inférieur dès que la membrane *d* est perforée ; si le liquide s'est enflammé pendant la vidange, quand la flamme qui le surmonte arrive à hauteur du cône d'appui *g*, celui-ci, constitué en une matière fusible à la flamme, fond ainsi que les fils qui supportent l'anneau *h*. Ce dernier, en tombant, obture la communication entre les cylindres *a* et *b*, tandis qu'à sa partie supérieure vient reposer le cône perforateur. De cette façon, la surface enflammée du liquide est isolée du siphon, tandis que le liquide qui reste entre les cylindres *a* et *b* peut s'écouler par des ouvertures de l'anneau *h*, la membrane disposée au-dessous de la tubulure *b* étant préalablement percée par le poinçon placé au-dessous du cône perforateur. L'écoulement de ce liquide, par le fond du récipient *b*, s'effectue à travers des toiles métalliques ; il se continue à l'extérieur des bâtiments menacés, dans des puisards combinés à des citernes.

La tige verticale qui porte le cône perforateur est disposée de telle sorte que sa chute détermine également celle des tiges des réservoirs voisins également menacés ; elle provoque également, s'il est nécessaire, une abondante chute d'eau ou de sable.

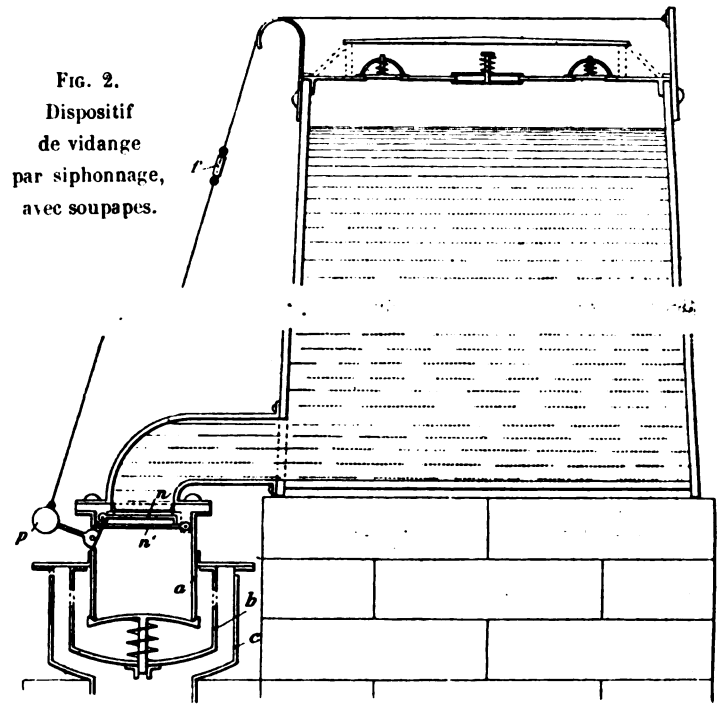
La figure 2 est relative à une autre forme d'exécution des mêmes dispositifs de sauvetage, étudiée spécialement en vue de leur application aux réservoirs anciens, sans modifications.

Le siphon est disposé en dehors du réservoir.

La masse fusible *f* sert de jonction à deux parties d'un câble qui maintient, en temps normal, un contrepoids *p*. Lors de la fusion de la masse *f*, le contrepoids tombe et provoque la chute successive des éléments de la soupape *n n'*. Les bras de levier des éléments *n*, *n'* et *p* sont calculés de façon qu'un poids *p* assez faible l'emporte sur le poids de l'eau surmontant la soupape, de façon à en provoquer l'ouverture lors de sa chute. La soupape est pourvue de garnitures qui en assurent l'étanchéité.

La masse du liquide du réservoir, en tombant dans la tubulure *a*, abaisse le fond mobile soumis à l'action d'un ressort à boudin antagoniste et le liquide s'écoule par le siphon *abc*. Vers la fin de l'écoulement, le ressort relève le fond, isolant le canal d'écoulement de la surface du liquide qui peut être enflammée.

Fig. 2. Dispositif de vidange par siphonnage, avec soupapes.



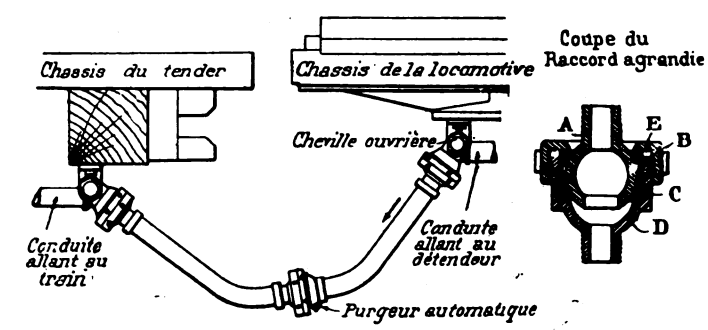
A la partie supérieure du réservoir, sont placées des soupapes à effets opposés, servant les unes à l'entrée de l'air dans le récipient, les autres à l'expulsion des gaz. Ces divers orifices sont protégés, sur le pourtour du réservoir, par des toiles métalliques.

Raccord élastique pour conduites métalliques.

Nous empruntons à l'*Engineering News* la description d'un nouveau joint élastique employé depuis quelque temps par plusieurs Compagnies de chemins de fer américaines.

Ce joint donne, paraît-il, une étanchéité parfaite, tout en permettant avec une certaine latitude tous les mouvements relatifs que l'une des conduites métalliques peut prendre par rapport à l'autre. Il peut être utilisé aussi bien pour l'air comprimé, l'eau et l'huile que pour la vapeur mais, jusqu'à présent, son emploi s'est presque limité à remplacer la conduite qui va de la locomotive au tender.

A l'extrémité de l'une des conduites à raccorder on visse la boîte sphérique en bronze A, à l'extrémité de l'autre on visse le manchon D, également en bronze. Les garnitures B et C de ce manchon ne sont pas en métal, elles ont une composition spéciale qui n'est pas donnée;



Raccord élastique pour conduites métalliques.

elles sont moulées de façon à s'adapter exactement sur la boîte A et maintenues en place par l'écrou de serrage E formant bride. L'appui se fait sur la garniture extérieure B; celle-ci s'use donc plus vite que l'autre et doit être remplacée plus souvent: on recommande de prendre l'ancienne garniture intérieure C et de remplacer celle-ci par une garniture neuve.

La figure ci-jointe montre la disposition employée sur les locomotives. Les deux parties mobiles de la jonction forment un arc tourné vers la voie; l'ensemble comporte trois raccords, celui qui est placé au milieu et dans la partie la plus basse est muni d'un appareil de purge automatique très simple de façon à éviter l'accumulation de l'eau condensée dans le joint.

Ces raccords sont employés également pour remplacer des conduites souples en cuir d'une longueur de 8 à 16 mètres, allant d'un wagon à l'autre. L'ensemble forme une ligne brisée avec trois ou quatre joints aux angles donnant la liberté nécessaire aux mouvements.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 15 juin 1903.

Astronomie. — *Sur les conditions qu'offrent les observations astronomiques à l'observatoire du Pic du Midi.* Note de MM. B. Baillaud et H. Bourget.

MM. Baillaud et Bourget ont séjourné au Pic du Midi, en octobre 1901 et tout l'été de 1902, dans un poste d'observation installé par l'Université de Toulouse. Ce poste était muni d'une lunette Secrétan, d'un télescope Foucault de 33 centimètres d'ouverture, et d'une lunette photographique. Dans cette Note, les auteurs donnent le résumé de leurs observations et des expériences de M. Bourget sur la scintillation, reproduites de celles d'Exner.

Le Pic du Midi, d'après eux, est une excellente station astronomique, et il est désirable d'y voir installer définitivement un instrument de premier ordre.

Chimie. — *Sur la substitution des peintures à base de zinc aux peintures à base de plomb.* Note de M. J.-L. Breton.

Nous reproduisons cette Note, *in extenso*, dans ce même numéro (1).

Géologie. — *Sur la grotte de Font-de-Gaume (Dordogne) et l'âge du creusement des cavernes.* Note de M. E.-A. Martel.

Dès 1894, M. Martel indiquait que les recherches de M. Filhol permettaient au moins de supposer que certaines poches à phosphorites du Quercy seraient de vrais avens, déjà ouverts à la fin de l'éocène. Plus récemment, il a pu démontrer que le creusement des réservoirs souterrains de Vaucluse avait dû commencer à l'époque pliocène, sinon à la fin du miocène ; enfin, d'après les récentes découvertes de petits crustacés à forme archaïque, dans quelques grottes de France et d'Italie, il a conclu à l'origine tertiaire d'une partie au moins des cavernes.

Sa visite du 20 mai dernier, à la grotte de Font-de-Gaume des Eyzies (Dordogne) et aux si curieuses gravures peintes (dont l'authenticité et l'antiquité sont absolument indiscutables), découvertes par M. Peyrony et étudiées par MM. Capitan et Breuil, a complété cette conviction.

En effet, depuis l'âge du Mammouth, la Font-de-Gaume a échappé à toute modification, comme en témoigne matériellement la situation des gravures préhistoriques. Pour avoir été ainsi terminée dès le milieu du quaternaire, il faut que cette caverne soit l'œuvre du puissant régime hydrologique pliocène et ait été creusée par quelque fuite d'un bras de rivière de cette époque. Mais le creusement des cavernes, d'ordre avant tout hydrologique, ne saurait être limité à une seule époque déterminée : c'est un phénomène de longue étendue, débutant au tertiaire et qui, avec une considérable atténuation se continue sous nos yeux.

Physique. — *Sur l'existence de radiations solaires capables de traverser les métaux, le bois, etc.* Note de M. R. Blondlot.

L'auteur a recherché si les *rayons n* (2) étaient émis par le soleil, comme par les sources artificielles de lumière. Il s'est fondé sur ce que les rayons *n* agissent sur les substances phosphorescentes en avivant la phosphorescence préexistante, action analogue à celle des rayons rouges et infra-rouges mise en évidence par M. Becquerel. Le soleil émet en effet de ces rayons ; ils peuvent être concentrés par une lentille de quartz, subissent la réflexion régulière sur une lame de verre polie, et sont diffusés par une lame dépolie. Ils agissent sur une petite étincelle ou une petite flamme en augmentant leur éclat ; cette propriété est utile pour déterminer la position des foyers de la lentille.

M. Blondlot rappelle les recherches antérieures de M. G. Le Bon sur ces rayons, auxquels il avait donné le nom de *lumière noire.*

Viticulture. — *Observations sur le clochage employé pour détruire la pyrale de la vigne.* Note de M. Joseph Perraud, présentée par M. Guignard.

Le clochage, ou sulfurisation, est un traitement appliqué à la vigne pour détruire les larves de pyrale réfugiées sous les écorces pendant l'hiver. Il consiste à recouvrir les souches, après la taille, avec des cloches en zinc ou en tôle galvanisée, sous lesquelles on fait brûler du soufre. L'acide sulfureux produit assure la mort des chenilles emprisonnées dans cette atmosphère confinée.

Ce procédé est suivi dans quelques régions du vignoble méridional, notamment dans l'Aude et dans l'Hérault, depuis une trentaine d'années. On fait généralement brûler de 20 à 25 grammes de soufre par souche, cette dernière étant maintenue sous cloche pendant une durée variable de 8 à 15 minutes ; l'opération doit être faite pendant le repos de la végétation.

M. Perraud, examinant la valeur scientifique du procédé, d'après ses observations faites en Beaujolais, envisage d'abord la production du gaz et l'élévation de la température sous la cloche pendant la combustion du soufre. On sait que 20 grammes de soufre, en brûlant, se combinent avec 20 grammes d'oxygène pour former 40 grammes d'acide sulfureux. Cette combustion exige 75 litres d'air environ, à la température de 30 degrés, et 82 litres à la température de 50 degrés. M. Perraud indique les températures obtenues par lui en faisant brûler des mèches soufrées ou des morceaux de soufre sous des cloches dont les bords sont enterrés pour éviter les rentrées d'air.

Il étudie ensuite la double action du gaz sulfureux et de la température, sur l'insecte et sur la végétation de la vigne. Il indique comme limite supérieure de la température ne pouvant nuire à la vigne, 60 à 70 degrés ; comme capacité des cloches, 100 à 120 litres, et recommande de faire brûler lentement le soufre en enterrant la cloche.

Le clochage doit cesser rigoureusement dès l'ouverture des premiers bourgeons, ou quand la température est inférieure à zéro.

A. B.

(1) Voir plus haut, page 140.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 6, p. 94. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AGRICULTURE

Les fermes à betteraves de la Saxe. — Dans une Note publiée par le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, de mars, M. Hitier étudie une région de culture industrielle située en Saxe et localisée principalement dans les environs de Magdebourg, de Halle, d'Halberstadt et de Brunswick. L'auteur fait ressortir l'actualité de la question agricole dont il s'occupe, la culture de la betterave, en rappelant que les sucres allemands, dont l'exportation annuelle dépasse 1 million, sont venus faire une redoutable concurrence aux nôtres sur le marché de Londres, et que certains de nos industriels et agriculteurs craignent même de les voir concurrencer les sucres français sur notre propre marché, après la ratification des conventions de la Conférence de Bruxelles.

Il montre l'extension acquise par la culture de la betterave en Allemagne, durant ces trente dernières années, et en attribue le développement surtout aux avantages indirects qu'elle procure : introduction d'une plante sarclée dans l'assolement, production d'un fourrage de valeur, amélioration de l'entretien du bétail, augmentation du fumier produit. Il indique ensuite les exceptionnelles qualités physiques et chimiques des terres de cette région, recherche la place que tient la betterave elle-même dans ces exploitations, constate la large part qui est réservée aux autres plantes et les avantages que présente cette diversité des cultures.

L'auteur passe ensuite en revue les méthodes culturales généralement suivies, l'assolement, la fumure, les cultures dérobées d'engrais verts, le labourage ; il montre le développement du labourage à la vapeur dans cette région, l'économie et la rapidité qui le caractérisent.

Après avoir donné d'intéressants détails sur les semeuses employées, sur la pratique très développée des binages et des sarclages, M. Hitier donne quelques aperçus des rendements obtenus par hectare : 35 à 50 000 kilogr. pour les betteraves ; 30 à 40 quintaux pour les blés, autant pour les pois ; 25 à 35 quintaux pour les seigles ; 30 à 40 quintaux pour l'orge ; 35 à 40 quintaux pour l'avoine et 20 à 30 000 kilogr. pour les pommes de terre.

Suivent d'intéressants aperçus sur l'exploitation des animaux dans ces fermes à betteraves de la Saxe ; sur la division du travail qui y est observée ; sur le taux des salaires, moins élevés que les nôtres, et, enfin, sur la curieuse organisation, militaire en quelque sorte, qui y régit le personnel. M. Hitier insiste sur les avantages que présentent les sucreries coopératives, organisées en Saxe entre propriétaires agriculteurs voisins, ainsi que la fondation, par ces mêmes agriculteurs associés, de fermes expérimentales.

Tout en rendant hommage à l'organisation de cette région culturale allemande, l'auteur constate que des rendements aussi élevés sont obtenus dans beaucoup de nos exploitations de la Brie, du Soissonnais, du Santerre, de l'Artois, etc., où l'on ne dispose cependant pas d'un pareil ensemble de conditions favorables et d'aussi puissants moyens d'action. Cette comparaison est tout à l'avantage de savants, tels que Aimé Girard, et de l'élite d'agriculteurs français que ce maître regretté appelait ses collaborateurs.

CHEMINS DE FER

Commande électrique de freins à air comprimé. — Le système électropneumatique de commande des freins à air comprimé, préconisé par la maison Siemens, et mis à l'essai avec l'appui du Ministère des Travaux publics, sur la ligne de Berlin à Stralsund, est l'objet d'une description détaillée, dans les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 1er mai.

Ce dispositif permet d'actionner simultanément, de chaque point du train, les freins de toutes les voitures, tout en laissant le freinage se produire automatiquement quand la pression de la conduite générale baisse au delà d'une limite fixée. Il ne change rien aux dispositions préexistantes et permet de faire les manœuvres comme auparavant, quand la commande électrique se trouve supprimée.

Entre la conduite principale et les cylindres de freins, sont interposées des soupapes, maintenues fermées par la pression de l'air, mais qui peuvent s'ouvrir sous l'action d'électro-aimants, et laisser le freinage se produire. Le courant électrique est lancé dans ces électros par la manœuvre d'un commutateur enclenché avec le robinet de frein du mécanicien ; des robinets analogues se trouvent sur les voitures, pour les arrêts d'urgence.

Un commutateur, commandé par un piston qui supporte, d'un côté, la pression d'un ressort et, de l'autre, la pression de la conduite principale, est disposé en queue du train, et ferme le circuit ; en cas d'abaissement de la pression dans la conduite, les freins sont aussitôt mis en action. Un dispositif complémentaire produit le freinage en cas de rupture du circuit électrique ou de court-circuit.

Les inventeurs revendiquent pour leur système les avantages suivants :

Les trains sont freinés sans chocs, quelles que soient leur longueur et leur vitesse ; que la commande se fasse de la locomotive ou d'une voiture ;

L'efficacité du freinage est indépendante de la répartition dans le train des wagons freinés ; au contraire, la commande purement pneumatique est ralentie par la succession de plusieurs wagons freinés ;

La commande électrique utilise immédiatement la pression de l'air de la conduite, sans échappement à l'extérieur ; la consommation d'air comprimé est donc très réduite ;

L'état des freins est constamment contrôlé, puisque le freinage se fait automatiquement en cas d'avarie, soit dans la partie pneumatique, soit dans la partie électrique ; le mécanicien peut s'en assurer sans quitter son poste et sans le secours d'aucun employé.

L'auteur de l'article décrit successivement les diverses parties de l'installation : sur la locomotive, le commutateur et le robinet de frein ; sur le tender, la batterie de vingt accumulateurs, et la commande électrique du cylindre de frein, qui se retrouve sur chaque véhicule ; le signal d'alarme placé dans les wagons ; enfin, la valve électropneumatique de sécurité, placée à l'extrémité du train.

Les lignes interurbaines du nord de l'Ohio. — Le *Street Railway*, du 21 mars, décrit la ligne de Columbus à Delaware (40 kilom.) établie sur plateforme spéciale de 6 mètres de largeur, parallèlement à la route et au chemin de fer. La voie est en rails de 35 kilogr., et comporte plusieurs passages à niveau où l'arrivée du train est simplement annoncée par une cloche, lorsqu'il est à une distance de 360 mètres.

La ligne est exploitée par trolley. L'usine est

Digitized by Google

située à Stratford. Elle comprend deux chaudières de 250 chevaux et deux groupes électrogènes de 400 kilowatts. Cette installation est d'ailleurs provisoire : l'usine définitive sera située à Marion, et comprendra trois turbines à vapeur de 2 000 kilowatts, l'énergie devant être transmise à 33 000 volts.

Le matériel roulant comprend six voitures de 15 mètres, munies de freins à air comprimé, et prévues pour le contrôle multiple.

CHIMIE INDUSTRIELLE

La pasteurisation des vins et la lutte antialcoolique. — M. le docteur A. Loir, professeur d'hygiène à l'École supérieure d'Agriculture coloniale, montre, dans une étude publiée par la *Revue générale des Sciences*, d'avril, que si les docteurs défendent de plus en plus l'usage du vin, la faute en est imputable, pour une large part, aux viticulteurs eux-mêmes. Ceux-ci, en effet, en laissant subsister dans leur vin les germes de maladies, favorisent le développement des acides et autres substances qui déterminent dans notre organisme la majeure partie des désordres que l'on impute au vin. Ces faits sont d'autant plus regrettables, qu'ils favorisent le développement de l'alcoolisme ; les statistiques prouvant en effet que la consommation d'alcool diminue en raison de l'augmentation de celle du vin et *vice versa*.

L'auteur s'étonne d'une telle négligence, quand, depuis plus de trente ans, les travaux de Pasteur ont montré que de simples mesures d'hygiène garantissent le vin de toute altération et évitent les maladies connues sous les noms de piqûre, graisse, pousse, tourne, amertume; toutes ces altérations sont corrélatives d'êtres microscopiques dont les germes éclosent et se développent quand ils sont placés dans les circonstances qui leur sont favorables. Or, la *pasteurisation* ou *stérilisation* assure la destruction de ces microbes.

M. Loir rappelle que l'on peut pasteuriser un liquide, à froid, par filtration, ou à chaud par élévation progressive de la température. Il ne s'occupe, dans son étude, que de ce dernier mode, reconnu le plus pratique jusqu'à présent. Il montre que la pasteurisation bien appliquée n'altère ni la couleur ni le bouquet d'un vin et qu'elle ne nuit pas à son vieillissement. Malheureusement, parmi les appareils de pasteurisation fournis par l'industrie, certains sont imparfaits et les mauvais résultats qu'ils donnent sont imputés fréquemment à la méthode même.

L'auteur examine à quelle température on doit chauffer un vin pour obtenir une bonne pasteurisation. Cette limite varie suivant la constitution de celui-ci ; pour les vins faibles en alcool et en acide, il est prudent d'aller jusqu'à 65 degrés. Il conseille de commencer l'opération avant que l'altération soit sensible au goût, car le chauffage n'agit que préventivement et ne détruit pas les substances produites dans les fermentations nuisibles. Il montre, également, qu'il y a intérêt à pasteuriser les vins restés doux au sortir de la cuve : car quelques-unes des cellules de la levure alcoolique résistent à l'élévation de la température qui détruit les ferments de maladie et peuvent reprendre leur activité normale après destruction de ceux-ci.

M. Loir voit également, dans la pasteurisation, un moyen d'augmenter les débouchés de nos vins tunisiens qui ne pouvaient être utilisés, jusqu'ici, dans les postes du sud de la Tunisie.

ÉLECTRICITÉ

Mise à la terre des parafoudres des bureaux télégraphiques. — A défaut d'un réseau de conduites souterraines, qui constitue la meilleure prise de terre pour les bureaux télégraphiques et téléphoniques, l'Administration des télégraphes de l'État autrichien employait plusieurs systèmes, auxquels on substitue aujourd'hui un réseau de fils de cuivre.

M. Nowotny rappelle, dans l'*Oesterreichische Wochenschrift*, du 23 mai, les points caractéristiques et les inconvénients des anciennes prises de terre.

La plaque mince de cuivre enterrée, à laquelle sont soudés des fils qui la relient au bureau, est rapidement détruite, par suite de son peu d'épaisseur, à l'endroit des soudures. Le bloc de charbon de cornue, réuni à un fil de cuivre isolé, par une soudure au plomb, a l'inconvénient de présenter une forte résistance. Aussi les a-t-on souvent remplacés, notamment en Allemagne, par de longues bandes ou fils de fer galvanisé, enterrés dans des tranchées remplies de coke pulvérisé.

Le réseau de fils adopté par l'Administration autrichienne a des mailles de 4 centimètres de largeur et mesure, suivant les modèles, $0^m 20 \times 3$ mètres ou $0^m 20 \times 1^m 50$; il est donc peu encombrant. Les fils de fer galvanisé ont une durée très variable ; on a utilisé aussi des fils de plomb de fort diamètre; le cuivre semble le métal le plus avantageux, et on l'emploie de préférence aux autres, sous forme de fils de 3 millimètres de diamètre. Quelques-uns des fils du grillage sont directement prolongés, sans soudure, jusqu'aux appareils du bureau, et constituent le fil de terre.

M. Nowotny groupe, dans un tableau, les valeurs des résistances de contact observées avec divers types de prises de terre : plaques de cuivre, réseau de fils de cuivre, masses de charbon, tubes métalliques, etc. ; il fait ressortir l'économie considérable des réseaux en fils de cuivre par rapport aux plaques ayant même résistance.

Les pertes dans les distributions d'électricité. — L'*Electrical Review*, des 18, 25 avril et 2 mai, reproduit une communication de MM. Constable et Fawsset, faite à la British Institution of Electrical Engineers, dans laquelle, les auteurs, en se référant plus particulièrement au réseau de Croydon, étudient l'importance des pertes annuelles d'énergie dans les diverses parties d'un réseau de distribution.

Peu d'usines vendent 75 °/₀ de l'énergie qu'elles produisent ; les quatre cinquièmes de la différence sont effectivement perdus, le cinquième restant est employé au service de l'usine.

Les pertes dans le tableau de distribution peuvent être réduites au minimum par la simplification du tableau, la diminution du nombre des joints et l'emploi d'un petit nombre d'appareils de mesure convenablement choisis.

Les pertes dans les câbles sont beaucoup plus importantes : pertes par résistance du cuivre, par conductibilité du diélectrique et par hystérésis diélectrique. Les premières sont de beaucoup les plus fortes, mais il n'y a pas lieu de les réduire outre mesure, en raison du capital supplémentaire à engager.

Les pertes par hystérésis ont été particulièrement étudiées par les auteurs, qui les ont déterminées, par plusieurs méthodes différentes, sur le réseau de Croydon, sans arriver toutefois à des résultats très concordants. Ils publient, sous forme de tableaux, les résultats d'une vingtaine d'expériences sur divers câbles.

Ils examinent ensuite les pertes dans les transformateurs et dans les compteurs.

Les auteurs concluent en conseillant de déconnecter une partie des transformateurs pendant les heures de faible charge, de boucler le réseau pour réduire les pertes dans le cuivre, et de supprimer l'enroulement shunt des compteurs.

Le chemin de fer électrique de Berlin à Lichterfelde. — Les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 15 mai, reproduisent une communication de M. Bork au « Verein für Eisenbahnkunde », sur l'exploitation des chemins de fer électriques et, notamment, de la ligne Berlin-Lichterfelde.

Après avoir rappelé le détail des dispositions, aujourd'hui classiques, qui sont adoptées sur les lignes à courant continu et à troisième rail, et développé un devis comparatif des frais d'exploitation par locomotives ou par l'électricité, M. Bork décrit l'installation de Berlin, qui consiste en une ligne de 9 kilom., alimentée à 550 volts par une usine située à Schöneberg, à peu près au milieu du parcours. Les trains sont formés de trois voitures motrices, actionnées chacune par deux moteurs de 100 chevaux.

L'auteur indique le profil de la ligne et les graphiques de la marche des trains, l'équipement des voitures motrices, le schéma des interrupteurs de section de la ligne électrique, avec parafoudre et bobines de self, et donne les courbes caractéristiques de la vitesse, de l'intensité de courant, et du travail absorbé, en fonction du temps, pendant le trajet entre deux stations. Le trajet total dure dix-huit minutes.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

L'industrie du charbon et du fer aux États-Unis. — M. Macco a présenté à l'Assemblée générale de l'Union des Métallurgistes allemands, une communication statistique sur les matières premières métallurgiques, aux États-Unis, qui se trouve reproduite dans le *Stahl und Eisen*, du 15 mai. L'auteur y fait ressortir, dans un grand nombre de tableaux, la production et les prix de vente et de transport du charbon ainsi que du minerai de fer.

On y trouvera, notamment :

1° Les quantités de charbon, soit bitumineux, soit anthraciteux, extraites en 1901 dans les différents districts miniers ;

2° Le nombre des ouvriers employés dans ces dernières années par les mines, et la production journalière d'un mineur ;

3° Les prix de chaque catégorie de charbon, depuis 1886 jusqu'en 1901, comparés aux prix des charbons allemands, du bassin de Westphalie ;

4° La production en 1901 et les prix du coke aux États-Unis ;

5° Un aperçu des quantités de gaz naturels utilisées dans les usines américaines, surtout en Pennsylvanie ;

6° L'extraction de chaque sorte de minerai de fer, depuis 1889 jusqu'en 1901, et la répartition de l'extraction, dans les divers États, pour l'année 1901 ;

7° La production de la fonte dans chaque État en 1901 ;

8° Les prix de transport du charbon, du coke, du minerai et de la fonte sur diverses lignes de chemins de fer américaines en 1901 et en 1903, avec la comparaison de quelques prix de transport sur des lignes allemandes.

Ces renseignements mettent en évidence les conditions favorables dans lesquelles travaillent les usines métallurgiques américaines.

HYDRAULIQUE

Mesure du débit d'un cours d'eau. — M. A. Linker résume, dans la *Zeitschrift für Elektrotechnik und Maschinenbau*, les méthodes les plus employées pour la détermination du débit d'un cours d'eau. L'opération comprend deux groupes d'opérations : évaluation de la section transversale, et détermination de la vitesse moyenne. Le profil s'obtient facilement par la mesure d'un certain nombre d'ordonnées, par rapport à une poutre de pont, par exemple.

La vitesse peut se mesurer par trois méthodes différentes : observation d'un corps flottant, pression du fluide sur un corps immergé, appareil de mesure tournant.

La première méthode ne donne que la vitesse superficielle ; on l'emploie quelquefois lorsqu'on n'a pas besoin d'une grande précision ; le corps flottant est formé de deux sphères réunies, dont l'une se trouve ainsi à une certaine profondeur.

La deuxième méthode se trouve appliquée dans les appareils à déviation, et le tube de Pitot ; mais l'auteur considère comme la plus précise la troisième méthode (moulinet d'Amsler) et il la décrit en détail, en complétant son exposé par un exemple numérique.

HYGIÈNE

Travaux d'assainissement à Chicago. — L'*Engineering News*, du 28 mai, donne des renseignements détaillés sur les nouveaux égouts collecteurs actuellement en construction à Chicago. L'alimentation en eau de la ville se fait au lac Michigan qui, autrefois, était pollué par les apports de la rivière de Chicago, dans laquelle se déversaient la plupart des égouts de la ville. La construction du canal de drainage du Michigan à l'Illinois a supprimé cette cause de contamination des eaux du lac ; mais il en restait d'autres, résultant du déversement direct de certains égouts dans le Michigan. Les travaux actuels ont pour but d'intercepter ces égouts, de les faire déverser dans deux égouts collecteurs parallèles au rivage, et de faire ensuite décharger leur contenu dans le canal de drainage.

La construction de ces égouts présente des difficultés assez sérieuses en raison de leurs grandes dimensions, $4^m 90$ et $6^m 10$ de largeur, et de la proximité du lac. Ces difficultés n'avaient pas été toutes prévues, car les travaux auraient dû être achevés le 1er avril 1899 et actuellement ils ne sont pas encore terminés.

L'article donne tous les détails de la construction, qui a comporté l'emploi des machines à battre les pieux très puissantes (construction de batardeaux) ; de derricks à volée basculante ; de machines à faire les tranchées ; d'un bouclier de $7^m 50$ de diamètre, etc.

L'usine élévatoire des eaux d'égout, sa construction, son installation (criblage et bassins de départ), son fonctionnement, sont également décrits.

Digitized by Google

MECANIQUE

Concours pour la construction des pompes actionnées par le vent, en Angleterre. — L'*Engineer*, du 1er mai, contient une étude détaillée sur les moulins à vent de construction moderne, qui sont généralement employés à l'élévation de l'eau. Cette étude a été suscitée par un concours, ouvert il y a deux mois, par la Royal Agricultural Society, en vue de déterminer, par des essais précis, quels sont les types qui répondent le mieux aux exigences modernes, et quelle est la puissance qu'on peut attendre de pareils moteurs. L'emploi du vent comme force motrice est une question très complexe, très obscure et qui n'a jamais été bien étudiée. Les idées qui ont cours à ce sujet sont les plus contradictoires, leur mise en pratique a conduit à des types très divers.

L'auteur passe en revue quelques-unes des idées, d'après lesquelles sont déterminés : la forme, le nombre et l'orientation des ailes; le mode d'action du gouvernail qui oriente les ailes ou bien la roue en bloc; la transmission de mouvement par laquelle on peut actionner directement la pompe avec une grande vitesse et une petite course, ou inversement; le système employé pour la construction de la tour métallique, etc. D'après le programme du concours, la puissance ne devait pas dépasser 4 chevaux mesurés au frein, avec un vent de 16 kilom. à l'heure; le centre de la roue devait être à 12m 20 au-dessus du sol, et la pompe devait être capable de refouler l'eau à travers une soupape, fournie par le comité d'examen, et calée à une pression de 60 mètres d'eau. Les constructeurs devaient faire ressortir : 1° la stabilité de la tour et le prix des fondations; 2° le système de régulation et de commande automatique; 3° les facilités de construction et d'entretien; 4° les dimensions et la puissance; 5° le prix d'installation.

L'auteur donne la description des principaux modèles exposés, avec les détails caractéristiques de chacun d'eux.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Indicateurs de tirage pour foyers de chaudières. — Pour suppléer à l'analyse des gaz qui sortent d'un foyer, et donner au chauffeur des indications continues sur la conduite du feu et l'utilisation du combustible, on emploie des indicateurs manométriques de tirage, dont le type le plus simple est un tube de verre en U, contenant un liquide de faible densité, dont une branche communique avec le foyer et l'autre avec l'air ambiant. Le *Dinglers Polytechnisches Journal*, du 11 avril, signale plusieurs appareils perfectionnés qui ont les avantages suivants : amplifier, pour la lecture sur l'échelle, les déplacements de la colonne liquide; permettre de lire le niveau de l'eau dans une chaudière malgré les dépôts de poussière; réduire au minimum les erreurs dues à l'évaporation du liquide; mettre à l'abri des variations d'humidité du local.

L'indicateur Strube est à colonne d'eau; celle-ci se déplace dans un tube très incliné, muni d'une échelle et d'un index. Le réservoir est assez grand pour que le zéro puisse être considéré comme fixe; un raccord à robinet permet de le relier, par un tuyau, à la chaudière.

L'appareil de la Compagnie industrielle Lux se compose d'un tube vertical, en verre, dans lequel se déplace, devant une échelle, un index solide entraîné par un courant d'air ascendant, dont la force dépend de l'intensité du tirage. Mais la difficulté de rendre le tube bien vertical et la mauvaise influence des poussières qui s'y introduisent semblent devoir rendre son fonctionnement incertain.

L'appareil Eckardt rentre dans la catégorie des manomètres à ressort, et se compose d'une capsule à parois métalliques ondulées. L'intérieur est relié à la chaudière par une tubulure et l'extérieur supporte la pression atmosphérique. L'aiguille indicatrice est commandée par le déplacement de la paroi extérieure.

TRAMWAYS

Le système de tramway à contact superficiel de la General Electric Co. — L'*Engineering*, du 29 mai, décrit ce système, dans lequel le courant est pris par la voiture, au moyen d'un patin, sur des plots mis en communication avec des appareils distributeurs installés dans une fosse, et commandés par une deuxième série de plots. La voiture porte donc deux patins utiles (elle en porte trois en réalité, ce qui permet le retournement sans changer les connexions).

Les interrupteurs sont groupés par 30, dans des fosses situées tous les 90 mètres. Ils sont formés d'un électro-aimant, qui soulève un triple contact ayant pour effet de mettre le plot correspondant en communication avec le feeder. Ils sont pourvus de soufflage magnétique. Chaque fosse comporte, en outre, un interrupteur principal, qui entre en jeu avec le premier interrupteur, et isole la section dès que le dernier plot est dépassé. Les fosses sont accessibles et le fonctionnement des appareils peut être surveillé directement.

Les frotteurs sont formés de barres d'acier suspendues par trois points.

Le courant initial est fourni par une batterie de dix accumulateurs, tenue constamment chargée par le courant de la ligne, et servant en même temps à l'éclairage.

TRAVAUX PUBLICS

Emploi de chaînes ou de câbles pour la construction des ponts suspendus. — Les plans du nouveau pont de l'East River, dit pont Manhattan, actuellement en cours de construction, viennent d'être modifiés, et l'emploi de chaînes à maillons en acier forgé substitué à celui de câbles en fils d'acier.

M. W. Hildenbrand, dans l'*Engineering News*, du 12 mars, conteste l'avantage d'une telle substitution. Il espère que cette modification ne sera pas sanctionnée et discute les raisons données pour cette substitution : économie et diminution des délais de construction du pont.

Il s'appuie, non seulement sur l'opinion de MM. S. et L. Buck, Ingénieurs en chef des ponts Manhattan et Williamsburg, et du professeur Mehrtens, de Dresde, mais sur un calcul qu'il établit en partant de ce principe : que le poids de câbles ou de chaînes est proportionnel au poids total du pont et en raison inverse de la limite d'élasticité de leur métal.

Pour établir ce calcul, l'auteur suppose les chaînes en acier au nickel et les câbles en acier ordinaire pour se mettre dans le cas le plus défavorable; dans ces conditions, la section des chaînes devra être triple de celle des câbles. Elle serait cinq fois plus grande dans le cas de chaînes et de câbles en acier ordinaire.

Il établit ce calcul pour le pont Williamsburg, dont il possède mieux les éléments que ceux du pont Manhattan; les deux ponts ayant mêmes données principales, les résultats seront semblables.

Le calcul détermine, pour ce pont, un poids de chaînes égal à cinq fois un quart celui de câbles, le poids total du pont étant augmenté de 56 °/₀ du fait de l'emploi de chaînes; les prix des câbles et des chaînes sont respectivement de 7 300 000 francs et 22 millions de francs environ.

L'auteur examine ensuite les conséquences, au point de vue du prix des autres parties du pont, de cette augmentation de poids : excès de tension sur les ancrages, piles, fondations, pose des câbles et trouve une augmentation totale du prix du pont de plus de 17 600 000 francs, soit plus de 50 °/₀ du prix du pont.

L'auteur discute ensuite les délais de construction dans les deux cas et termine en comparant le projet actuel du pont de Manhattan à celui du pont à chaînes de Budapest.

Ouvrages récemment parus.

Traité de Technologie mécanique métallurgique, par A. Ledebur, Professeur à l'Académie des mines de Freiberg (Saxe); deuxième édition allemande, traduite par G. Humbert, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — Un volume grand in-8° de 740 pages, avec 729 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1903. — Prix : broché, 25 francs.

L'étude de la transformation des *métaux bruts* en objets usuels par des moyens *mécaniques* constitue la plus importante partie de la technologie qui décrit la transformation des *matières brutes en général;* l'auteur lui a donné le nom de technologie *mécanique métallurgique;* elle fait suite, en quelque sorte à l'étude de la métallurgie, dont il est difficile, dans certains cas, de la séparer nettement.

La technologie *générale*, qui forme la première partie du traité de M. Ledebur, étudie les lois naturelles et décrit les mécanismes et procédés employés, par exemple, pour la fabrication d'objets avec un métal fondu quelconque. Elle sert à étudier scientifiquement et à apprécier l'efficacité de tel ou tel moyen d'atteindre industriellement un but déterminé. Les chapitres de technologie *spéciale*, qui lui font suite, ne sont que des exemples d'application des méthodes de la technologie générale, choisis parmi les plus intéressants dans l'état actuel de l'industrie.

M. Ledebur, après avoir rappelé les propriétés *industrielles* et les propriétés de *mise en œuvre* des métaux usuels et de leurs alliages (fer, fonte, cuivre, bronzes, nickel, or, argent, etc.), étudie les outils nécessaires à leur travail et les instruments de mesure industriels.

Il examine ensuite les conditions du travail par *fusion*, qui remonte aux époques les plus reculées, et pour lequel on doit tenir compte de la fusibilité, de la fluidité, du retrait; le moulage, les fours, les opérations de coulée sont minutieusement décrits. Il en est de même de la *malléabilité*, et des travaux basés sur cette propriété (marteaux-pilons, presses, laminoirs, etc.); des travaux de *séparation* et des machines-outils; des travaux d'*assemblage*, d'*entretien* (enduits, peinture) et d'*embellissement* (dorure, émaux, vernis).

Les principales monographies qui forment la technologie spéciale sont : la fabrication des tôles, des fils métalliques; la fonte des grains de plomb et des caractères typographiques; la fabrication des tuyaux, des écrous et des vis, des clous, des objets tranchants, des serrures, des monnaies, des plumes d'acier, des aiguilles, etc.

Un appendice dû à M. Joly, et emprunté au Bulletin de la Société des Anciens Élèves des Écoles d'Arts et Métiers, traite de la sécurité des ouvriers dans le travail, et des précautions à prendre contre les accidents qui surviennent par l'imprudence des patrons ou des ouvriers, ou du fait même du risque professionnel.

Das System der technischen Arbeit, par Max Kraft, professeur à Gratz. — Quatre volumes in-8° de 985 pages. — Arthur Félix, éditeur, Leipzig, 1902. — Prix : broché, 22 marks.

L'auteur de cet important traité d'économie sociale consacre son premier volume à l'étude des *bases sociales* du travail, d'après les théories des économistes les plus célèbres; il examine notamment la question des ouvriers, de la petite industrie, des agriculteurs, du travail des femmes, la question de nationalité et de religion, etc., et termine par les devoirs sociaux des Ingénieurs.

Le second volume traite des *bases économiques du travail :* économie domestique et sociale; propriété et ses transformations; production, travail physique et intellectuel; rôle du capital; organisation de la production (matières premières, temps, ateliers, travail physique, travail intellectuel); prix de revient, numéraire, crédit; économie politique; moyens d'assurer la permanence des facteurs de production; devoirs économiques de l'Ingénieur.

M. Kraft, abordant ensuite les *bases juridiques* du travail, recherche les sources et le but du droit positif, en pose les règles, discute le droit privé des personnes et des choses (droit de propriété, droit commercial, propriété des marques de fabrique, droit maritime); puis le droit public : code de l'instruction, de l'hygiène, des eaux, des mines, des bâtiments, du travail; réglementations sur la construction, les machines à vapeur, l'alcool, etc., les accidents, les maladies, la vieillesse, l'indigence; les ordonnances relatives à la voirie, l'architecture publique, les chemins de fer (concessions, garantie, constructions, exploitation, contrats de transport, hygiène, sécurité, tribunaux compétents); les devoirs juridiques de l'Ingénieur.

Il termine par l'étude des *bases techniques* du travail : matière brute, matériaux, énergie, sous toutes ses formes actuellement utilisables; mesure du temps, de l'énergie et de l'espace; moyens de transformation de l'énergie potentielle en énergie actuelle, combinaisons et décompositions, explosions, action de la chaleur; moyens de transformation de l'énergie actuelle en résultats utiles, par l'air, l'eau, et les autres agents, soit naturellement, soit artificiellement; moyens d'assurer la sécurité de ces opérations; direction des usines; instruction industrielle; devoirs techniques de l'Ingénieur.

Le Gérant : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 10. N° 1099. Samedi 4 Juillet 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro : 1 franc.**

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Pont suspendu semi-rigide de Vernaison (Rhône) *(planche X)*, p. 145; Ch. Dantin. — **Mines** : Haveuses mécaniques employées dans les mines de houille, p. 149; J. Rosset. — **Métallurgie** : Affinage de la fonte par le procédé Talbot. Nouvelles applications de ce procédé, p. 151. — **Hygiène** : Désinfection des navires. Destruction des rats, p. 154. — **Variétés** : Eclissage des rails, système Falk, p. 155; — Manipulation des produits toxiques en poudre. Procédé Nauton frères et de Marsac, p. 156; — Avantages d'une meilleure pulvérisation du ciment, p. 156; — *Correspondance* : Soudure autogène des métaux, p. 157; Emile Demenge et A. Binet.

Sociétés savantes et industrielles : Société des Ingénieurs civils (19 juin 1903, p. 158; — Académie des Sciences (22 juin 1903), p. 158.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 159; — Ouvrages récemment parus, p. 160.

Informations : Concours pour une enveloppe protectrice contre la projection des éclats, au cas de rupture de meules, p. 160; — Concours de carburants organisé par l'Automobile-Club de France, p. 160.

Planche X : Pont suspendu semi-rigide de Vernaison (Rhône).

TRAVAUX PUBLICS

PONT SUSPENDU SEMI-RIGIDE DE VERNAISON (RHONE)

(Planche X.)

Un grand pont suspendu, du type semi-rigide et amovible, a été récemment construit à Vernaison, près Lyon, sur le Rhône, à 14 kilom. en aval de Lyon et à 8 kilom. en amont de Givors. L'utilité de cette nouvelle voie ainsi créée sera appréciée non seulement par les populations directement intéressées, mais aussi par les nombreux promeneurs qui fréquentent cette partie de la banlieue de Lyon.

Principes de construction. — On sait que dès leur apparition en France, au commencement du siècle dernier, les ponts suspendus furent l'objet d'un véritable engouement et qu'ils se multiplièrent rapidement : mais, à la suite de quelques accidents, ils furent frappés d'un discrédit dont ils se relèvent aujourd'hui, après des expériences et des perfectionnements qui ont démontré que ces accidents n'ont plus de raisons de se produire et que toutes les difficultés ont été résolues.

Tandis que nous gardions nos préventions contre les ponts suspendus, les Américains en reprenaient la construction et nous montraient tout le parti que l'on peut en retirer. Ils édifiaient les grands ponts du Niagara, de Brooklyn, pour routes et chemins de fer, qui, avec des portées atteignant parfois près de 500 mètres, ont parfaitement résisté aux efforts des plus violents ouragans et d'une circulation très active. En ce moment même, on construit sur l'East River, à New-York, un pont suspendu gigantesque à deux étages dont la longueur totale ne sera pas inférieure à 2 750 mètres et la largeur à 56 mètres, avec une portée médiane de 488 mètres sans pile intermédiaire. C'est ainsi que des exemples frappants ont permis de réhabiliter un système qui, dans un grand nombre de cas, peut constituer la solution la plus pratique et la plus économique.

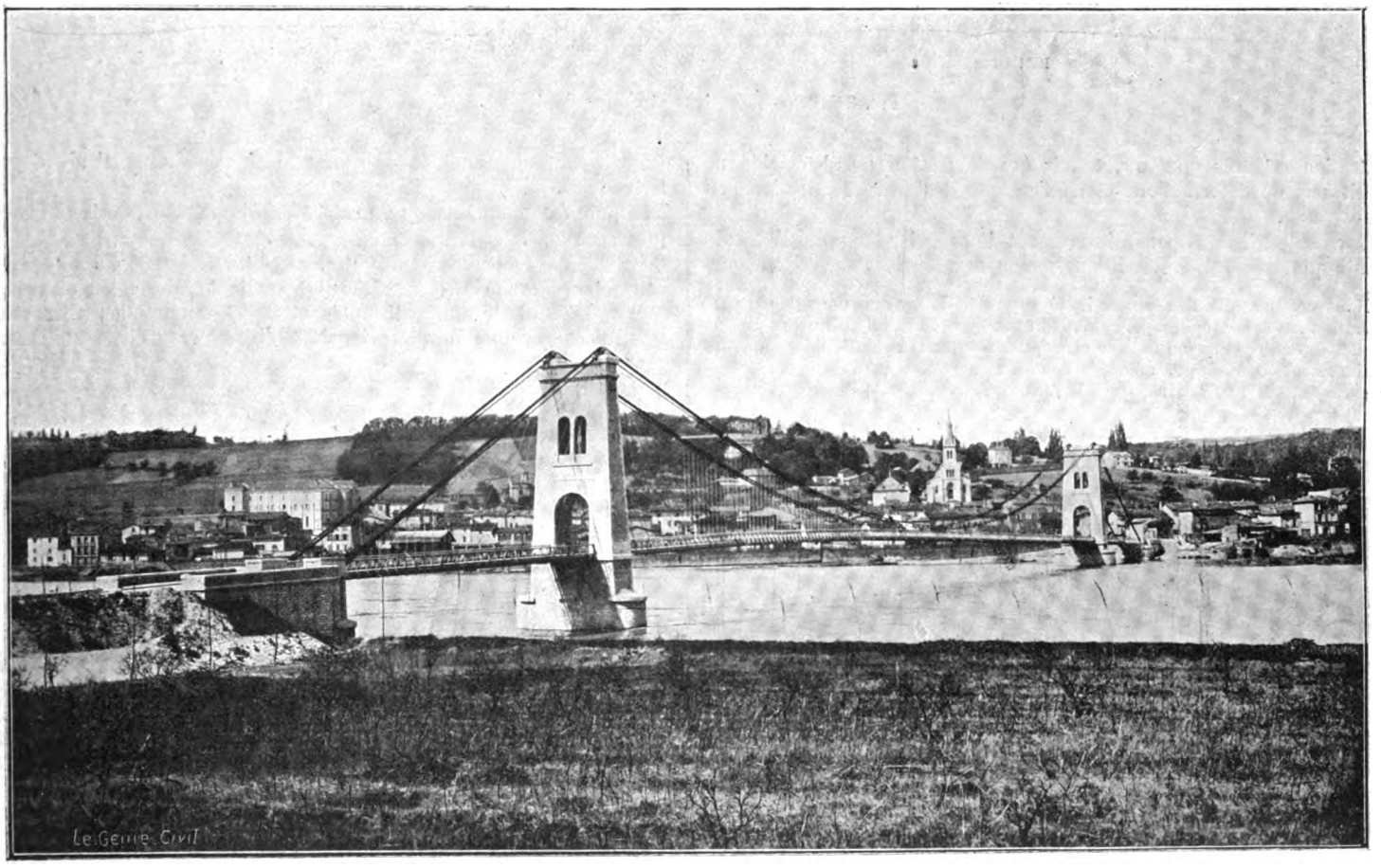


Fig. 1. — Pont suspendu de Vernaison, sur le Rhône : Vue prise de la rive gauche.

Les procédés américains ont été adoptés et perfectionnés en France, et les ponts suspendus que l'on construit aujourd'hui diffèrent complètement de leurs prédécesseurs, car toutes les parties en sont amovibles et visibles. Le tablier est rendu rigide par l'emploi de câbles obliques, et de poutres raidissantes formant ordinairement garde-corps, et le métal, pour les maîtresses poutres, a été substitué au bois, ce qui procure, en même temps, la sécurité et la durée.

Les résultats, obtenus par les perfectionnements réalisés dans la construction des ponts suspendus, ont été tellement concluants, que

Digitized by Google

par une circulaire du 27 décembre 1886, les Ministres des Travaux publics et de l'Intérieur les ont signalés aux Ingénieurs et Agents voyers placés sous leurs ordres et leur ont prescrit, en même temps, de leur adresser des propositions pour la transformation des vieux ponts suspendus, afin qu'ils puissent rendre les mêmes services que les ponts fixes.

Il est, en effet, très utile, sinon nécessaire, de visiter avec soin tous les anciens ponts suspendus, d'une façon constante et suivie, les anciennes dispositions étant reconnues généralement défectueuses; leur entretien est très onéreux, tandis que le pont suspendu rigide ne subit pas de déformations et n'exige que des frais d'entretien peu importants.

A ce sujet, il nous paraît intéressant de rappeler l'appréciation suivante que donne M. J. Résal dans son ouvrage sur les *Ponts métalliques* :

Nous croyons que l'on reviendra à ce genre de constructions (ponts suspendus). Les catastrophes qui en ont fait proscrire l'emploi en Europe étaient plutôt dues à des erreurs dans la conception et dans l'exécution des ouvrages qui se sont écroulés qu'à un vice inhérent au principe même des ponts suspendus, et les Américains, qui en font un si grand usage sans éprouver les

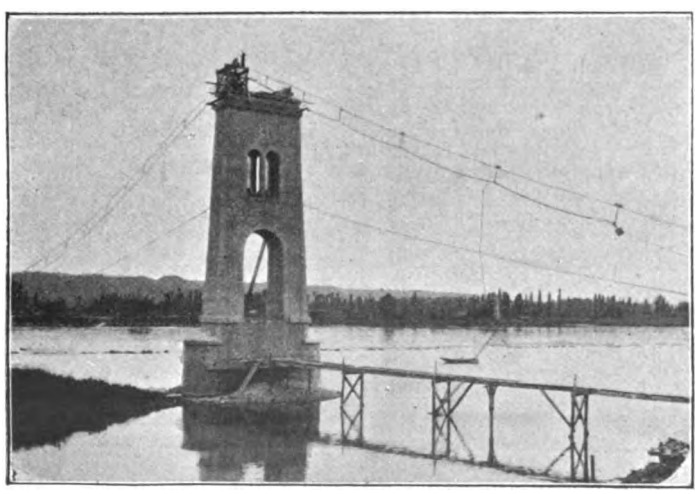


Fig. 7. — Vue prise pendant la pose du câble provisoire.

même désastres, en donnent une preuve irrécusable. En condamnant les ponts suspendus, nous nous sommes privés d'un moyen commode et économique pour traverser les grands fleuves et les vallées profondes, où l'établissement de poutres droites ou d'arcs est impossible, ou bien se présente dans des conditions de dépenses inabordables, sauf pour les voies de communication d'une importance extrême. Il en est résulté un ralentissement très sensible dans la construction des grands ponts, eu égard surtout à l'énorme développement qu'ont pris en France, durant ces dernières années, les travaux de viabilité. Le jour où, pour compléter le réseau des voies de communication, on se trouvera dans la nécessité d'exécuter simultanément, avec des ressources limitées, un grand nombre de ponts de très grande portée, il faudra bien en revenir au système des ponts suspendus.

Description générale. — Le pont de Vernaison est basé sur ces nouveaux principes. Il a une longueur totale, entre extrémités postérieures des culées, de 360m 72, et comporte trois travées suspendues (fig. 1 et 2, pl. X) ayant respectivement :

Travée rive droite	mètres.	52,50
Travée centrale	—	232,82
Travée rive gauche	—	42,40

La largeur entre axes des garde-corps est de 5m 12 (fig. 3, pl. X) et

Fig. 2. — Élévation générale.

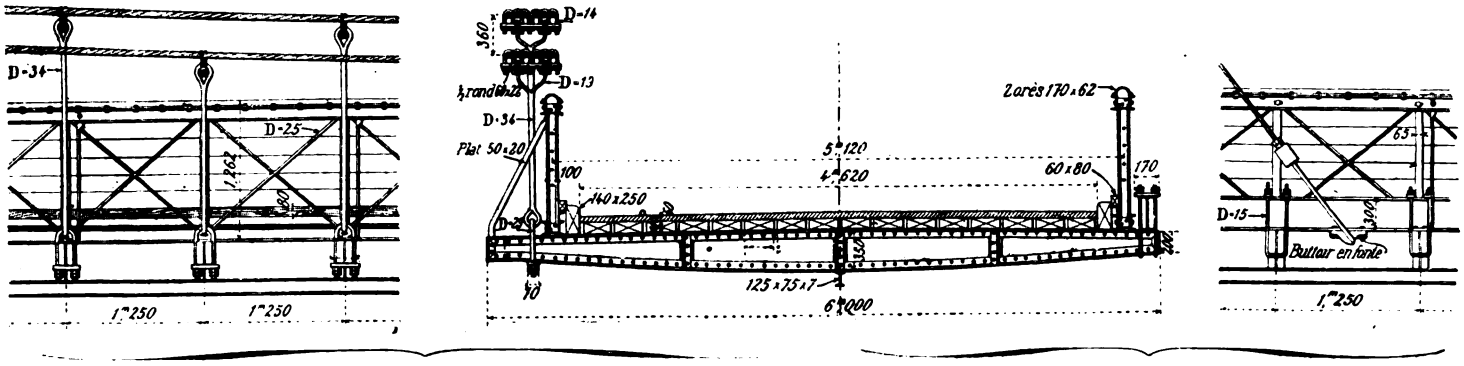


Fig. 3 à 6. — Élévations et coupes du tablier.

permet, par conséquent, le croisement de deux voitures. Il n'y a pas de trottoirs.

Ce pont est complètement en acier, sauf le platelage de la chaussée qui est en bois.

Les pièces de pont ou poutrelles, espacées de 1m 250 d'axe en axe, sont en acier et affectent la forme d'un solide d'égale résistance ayant 0m 200 de hauteur aux extrémités et 0m 350 au milieu; elles sont constituées par une âme en acier de 8 millimètres d'épaisseur et par

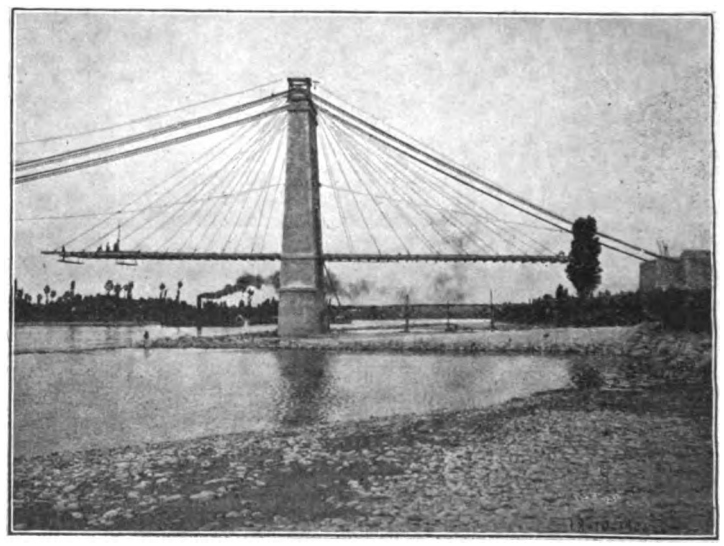


Fig. 8. — Vue prise pendant le montage du tablier.

un double cadre de cornières de 70 × 70 × 9. Elles sont reliées longitudinalement :

1° Par seize cours de madriers en chêne de 260 × 100, formant platelage de la chaussée, et sur lequel est cloué un doublage en lames de pin de 60 millimètres d'épaisseur;

2° Par deux longrines en chêne de 250 × 140 formant chasse-roues;

3° Par deux poutres raidissantes et articulées formant garde-corps, de 1m 262 de hauteur. Ces poutres sont divisées en panneaux par des montants verticaux en fers à double T de 100 × 65 × 9, placés au

Digitized by Google

droit des pièces de pont; les montants sont réunis, en haut et en bas, par deux cours de fers à U de 125 × 50 × 8 et, dans chaque panneau, par un croisillonnement en fer rond de 0m 025 de diamètre avec tendeurs pour le réglage;

4° Enfin, le tablier est contreventé en dessous, sur toute sa longueur, par une sous-longrine en fer à double T de 125 × 75 × 10 et, dans toute sa largeur, par des diagonales en fer méplat dont la section varie proportionnellement aux efforts tranchants.

La suspension comporte vingt-quatre câbles à couches concentriques et à torsions alternatives, composés chacun de 127 fils, de 393 centièmes de millimètre de diamètre, formant une section totale de 1556 millimètres carrés. Ces câbles sont en acier résistant à une traction de 140 kilogr. par millimètre carré de section; ils sont reliés au tablier par des tiges de suspension verticales de 0m 034 de diamètre. Toutefois, aux abords des piles, sur une longueur de 30m 60, ces tiges sont supprimées et le tablier est supporté par des câbles obliques partant du sommet des piles et allant s'attacher sur une longrine spéciale en fer à double T de 300 × 145 × 11, placée en encorbellement sur les extrémités des poutrelles.

Les câbles suspenseurs sont continus de la rive droite à la rive gauche, et ne sont pas interrompus au sommet des piles. Ils passent dans les gorges d'un chariot en fonte appelé chariot de dilatation (fig. 2 à 7), lequel repose sur un appareil de roulement qui permet d'équilibrer la tension des câbles sous l'influence des variations de température ou de surcharge, et de reporter les pressions verticalement sur les piliers en maçonnerie.

Les piles (fig. 2 à 4) ont été fondées à l'air comprimé, à une profondeur de 6 mètres au-dessous de l'étiage à la cote 153m 83, et ont une hauteur de 31 mètres au-dessus de cette cote. Au-dessus du tablier du pont, le gros œuvre de la pile se divise en deux obélisques rectangulaires ayant, sur la rive droite, 22m 34 de hauteur et, sur la rive gauche, 20m 21.

Cette différence de hauteur provient des exigences du Service de la Navigation, qui imposa aux auteurs du projet un rectangle navigable ne correspondant pas avec l'axe de la travée centrale; le chenal navigable se trouve ainsi reporté vers la rive gauche, de sorte que le point haut du tablier ne correspond pas avec le point bas des câbles.

Les obélisques constituant chaque pile sont reliés entre eux par deux murs de garnissage formant entretoises, et dans lesquels on a ménagé deux ouvertures donnant plus de légèreté à l'ensemble de la pile. L'espace compris entre ces deux murs est occupé par une échelle en fer donnant accès au sommet des piles. La section des obélisques au sommet est de 2m 40 × 1m 80.

Quant aux blocs d'amarrage des câbles suspenseurs, ils constituent un monolithe en maçonnerie (fig. 5 et 6) dans lequel on a ménagé des galeries horizontales et inclinées, et des regards verticaux pour la visite, afin qu'aucune partie de la construction ne soit cachée et que l'entretien puisse se faire dans des conditions très faciles.

La mise en place des câbles suspenseurs s'est effectuée au moyen d'un câble porteur lancé provisoirement d'une rive à l'autre et passant au sommet des piles sur un échafaudage construit spécialement pour cette opération. Sur ce câble provisoire, des chariots de lancement, placés de distance en distance, supportaient le câble suspenseur à mettre en place, lequel était tiré sur la rive opposée à sa coupe et à son culottage par un câble tracteur s'enroulant sur un treuil. Une fois que les deux culots formant les extrémités d'un câble étaient ancrés aux tirants d'amarrage, on *moulait* le câble porteur provisoire jusqu'à ce que le câble suspenseur prît la flèche prévue au montage. On décrochait alors les chariots de lancement et on recommençait l'opération pour les câbles suivants.

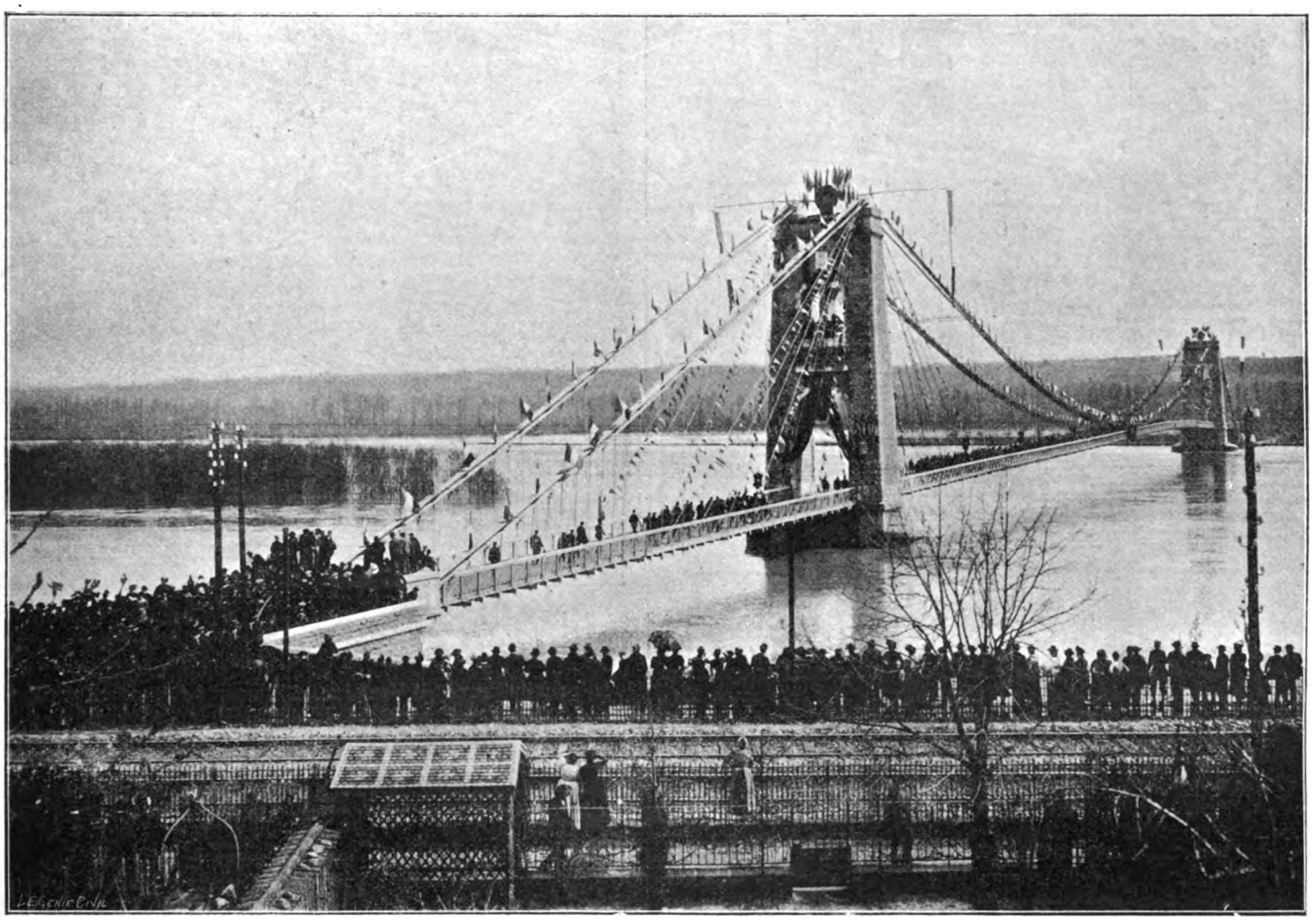


FIG. 9. — PONT SUSPENDU DE VERNAISON, SUR LE RHÔNE : Vue prise de la rive droite, le jour de l'inauguration.

Les poutrelles étaient mises en place au moyen d'un deuxième câble porteur provisoire passant par les doubles ouvertures des piles, d'un chariot de lancement muni d'un palan et d'un câble tracteur. Quand elles arrivaient à leur lieu d'utilisation, on les rattachait simplement et définitivement aux câbles suspenseurs par les tiges de suspension. Au fur et à mesure que l'on posait les poutrelles, une deuxième équipe d'ouvriers plaçait les madriers sous chaussée et le garde-corps.

ÉPREUVES. — Après sa construction, l'ouvrage a été soumis à une double série d'épreuves :

1° *Épreuves par poids mort.* — Les trois travées ont d'abord été éprouvées chacune séparément par une surcharge uniformément répartie de 200 kilogr. de gravier par mètre superficiel de tablier; ensuite, le pont en entier a dû subir cette surcharge qui est restée environ vingt-quatre heures sur le tablier du pont et sur chacune des travées chargées simultanément.

L'affaissement maximum constaté au milieu de la travée centrale, dans le cas le plus défavorable, c'est-à-dire quand celle-ci était seule chargée, a été de 494 millimètres.

Dans cette épreuve, les mouvements d'avancement vers le fleuve

Digitized by Google

qu'ont subis les chariots de dilatation placés au sommet des piles ont été respectivement de 32 millimètres sur la pile de rive droite et de 34 millimètres sur la pile de rive gauche.

2° *Épreuves par poids roulants.* — Ces épreuves ont été constituées par le passage de voitures de 8 et de 11 tonnes.

La première a été effectuée au moyen de deux chariots à un seul

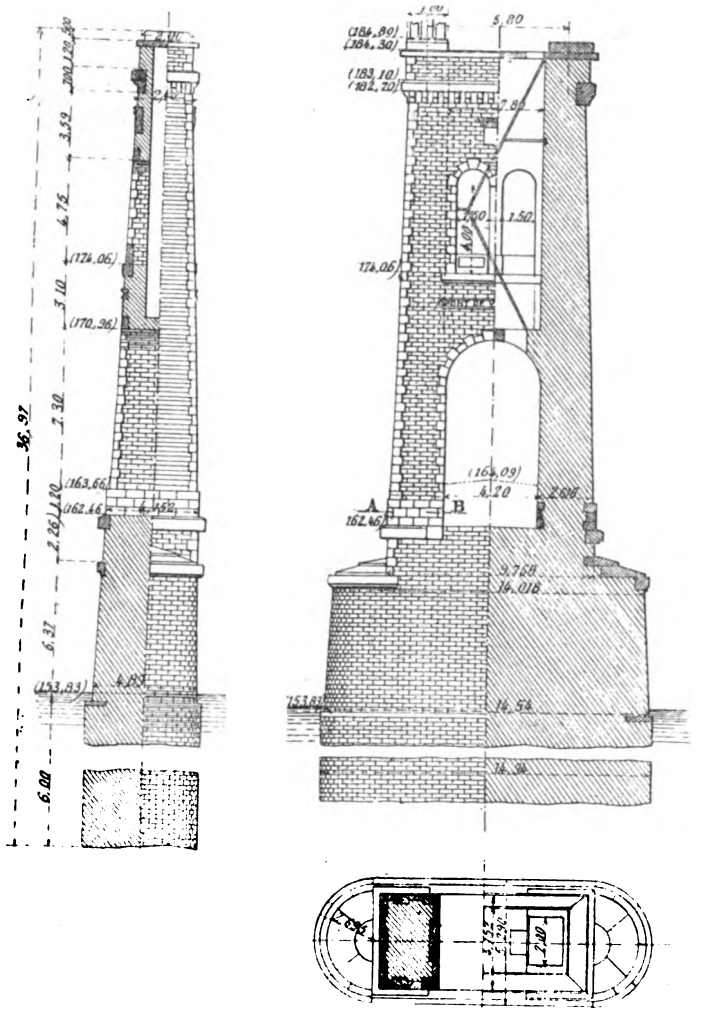


Fig. 10 à 12. — Élévations et coupes d'une pile.

essieu, pesant chacun 8 000 kilogr. et circulant en sens inverse. Ces deux véhicules, traînés chacun par cinq chevaux sur une seule file, se sont croisés au milieu du pont, c'est-à-dire au point bas des câbles. Dans cette position, la flèche constatée du tablier de la travée centrale a été de 326 millimètres.

La deuxième série d'épreuves a été effectuée au moyen d'un seul chariot à deux essieux, pesant 11 000 kilogr. Cette voiture était traînée par neuf chevaux placés sur une seule file, et a parcouru le pont en allant de la rive gauche à la rive droite. L'affaissement du milieu de la travée centrale a été, au passage de cette charge, de 329 millimètres.

Le passage des charges roulantes n'a donné lieu qu'à une trépidation assez faible sans oscillations rythmiques, et n'a provoqué, ainsi d'ailleurs que les épreuves par poids mort, aucune espèce d'avarie ni dans les maçonneries et les câbles, ni dans le tablier.

La dépense s'est élevée à 180 000 francs pour les maçonneries et à 345 000 francs pour le tablier et la suspension, ce qui fait ressortir le prix du mètre linéaire de pont à 1 080 francs, non compris les maçonneries.

Le poids total de la partie métallique, en y comprenant la suspension, est de 416 000 kilogr., soit 1 300 kilogr. par mètre courant.

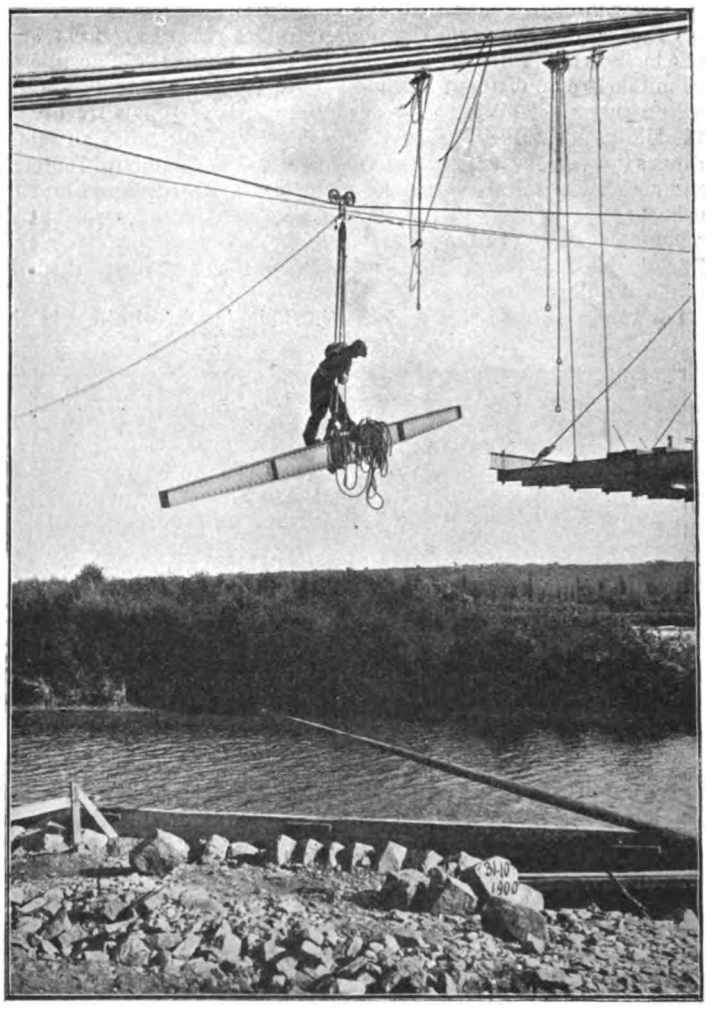


Fig. 15. — Vue prise pendant le montage du tablier.

Le pont suspendu de Vernaison est remarquable autant par la hardiesse de sa conception que par la légèreté de sa construction.

On se rend compte que ce type de pont suspendu diffère très sensiblement du type primitif, dont il a rejeté tous les vices de construction. Il paraît maintenant établi que les ponts suspendus rigides peuvent rendre les mêmes services que les ponts métalliques fixes; ils ont l'avantage d'être plus économiques, et il y a certainement intérêt à les adopter dans un grand nombre de cas.

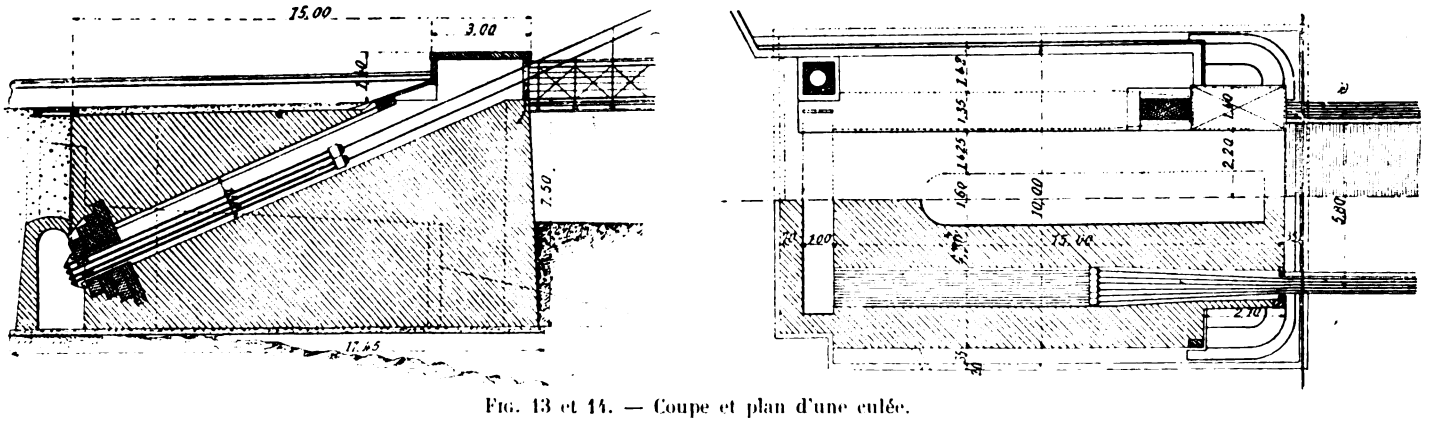


Fig. 13 et 14. — Coupe et plan d'une culée.

Le pont de Vernaison a été étudié et les travaux ont été exécutés par la maison A. Teste, Moret et Cie, de Lyon, sous le contrôle du Service Vicinal du département du Rhône. Il a été mis en service dans le courant de l'année dernière.

Ch. Dantin.

Digitized by Google

MINES

HAVEUSES MÉCANIQUES

employées dans les mines de houille.

Généralités. — L'emploi des haveuses dans les exploitations minières a permis d'effectuer, mécaniquement, le travail long et pénible, et, par suite, coûteux, qui incombait à l'ouvrier mineur chargé de creuser, le long d'un front de taille, une *sous-cave* c'est-à-dire un sillon parallèle au plan de stratification des couches, pour permettre au charbon de se détacher sous l'action des coins ou des coups de mine. Dans les mines du Nord et du Pas-de-Calais, on a commencé, depuis plusieurs années déjà, l'essai de ces haveuses, qui ont donné de bons résultats dans les veines régulières et faiblement inclinées, et dont le toit est très résistant, ce qui est, malheureusement, exceptionnel.

En Angleterre, la nature des couches de charbon, qui sont en général horizontales, régulières et pourvues d'un bon toit résistant, a permis aux exploitants de généraliser l'emploi de ces machines. Aux États-Unis, ces haveuses mécaniques sont employées partout où les conditions de gisement le permettent.

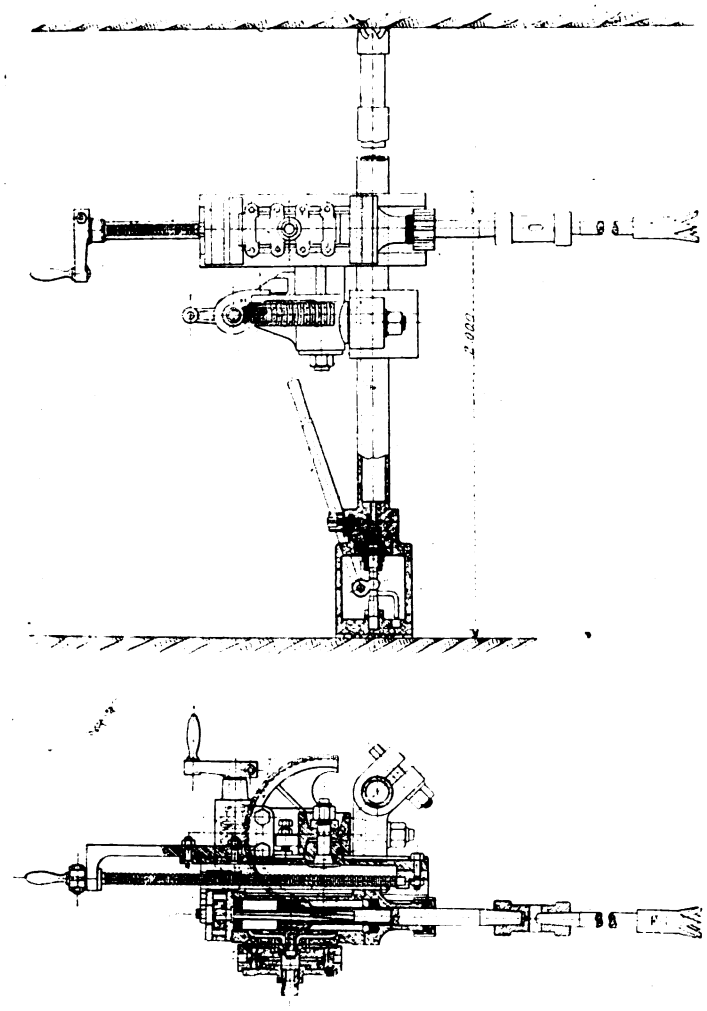


Fig. 1 et 2. — Haveuse Eisenbeis : Élévation et coupe.

Les houillères anglaises employaient, en 1900, 298 haveuses mécaniques; aux États-Unis, à la même époque, 323 Sociétés minières en faisaient usage. Le nombre des haveuses employées dans ce dernier pays, a passé de 1 956 et 2 622, en 1897 et 1898, à 3 907 et 4 341 en 1900 et 1901; ce nombre a plus que doublé en quatre ans.

Les tableaux suivants permettent d'apprécier le rôle important de ces installations mécaniques dans l'exploitation des houillères anglaises et américaines en ces dernières années :

ANNÉES	Charbon abattu mécaniquement en Angleterre	PRODUCTION TOTALE
	tonnes	tonnes
1899	3 360 000	226 millions.
1900	3 360 000	230 —
1901	3 100 000	223 —

ANNÉES	Charbon abattu mécaniquement aux États-Unis	PRODUCTION TOTALE
	tonnes	tonnes
1898	29 millions.	199 millions.
1899	40 —	230 —
1900	48 —	245 —
1901	51 —	263 —

Description des principaux types de haveuses. — Les haveuses mécaniques peuvent se diviser en deux grandes classes : les *traceuses*, qui creusent des *sous-caves* de largeur déterminée, et conviennent, par conséquent, surtout pour le traçage des galeries, et les *dépileuses*, qui se meuvent automatiquement le long d'un front de taille, et conviennent spécialement pour les dépilages. On peut classer ces machines en cinq catégories :

Haveuses à percussion (traceuses).
Haveuses à barre (dépileuses).
Haveuses à chaine (traceuses ou dépileuses).
Haveuses à disque (dépileuses).
Traceuses circulaires (traceuses).

En Amérique, les haveuses les plus employées sont les haveuses à percussion (à pic) et à chaîne; en Angleterre, ce sont les haveuses à disque, comme le montre le tableau suivant, qui donne le nombre de machines des divers systèmes en service en Angleterre, en 1900-1901 :

Haveuses à percussion (à pic)	11
Haveuses à barre	21
Haveuses à chaine	8
Haveuses à disque	276
Traceuses circulaires	19
Total	335

Haveuses a percussion. — *Haveuse Eisenbeis.* — Cette haveuse, construite par la Duisburger Maschinenbau Aktiengesellschaft, se compose essentiellement (fig 1 à 3) : d'une perforatrice à air comprimé; d'un secteur avec vis sans fin, sur lequel est montée la perforatrice; d'une colonne sur laquelle est fixé le secteur à la hauteur voulue.

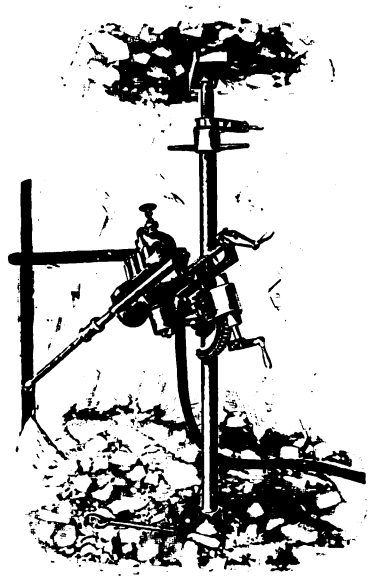


Fig. 3. — Vue de la haveuse Eisenbeis.

Nous ne reviendrons pas sur la description de cette haveuse qui a déjà été donnée dans le *Génie Civil* (1). Nous rappellerons simplement qu'une manivelle, agissant sur la vis sans fin du secteur, permet de faire décrire à l'outil un arc de cercle parallèle au plan de ce secteur, et que, pour faire le havage, l'ouvrier agit sur la manivelle, de façon que chaque coup de fleuret vienne porter à côté du coup précédent, creusant ainsi une rainure dans le charbon. Une fois l'arc de cercle complètement décrit, on tourne le volant de la perforatrice, pour faire avancer le fleuret, et on recommence à décrire l'arc de cercle en l'approfondissant. On peut avancer ainsi de 50 centimètres, après quoi on enlève le porte-fleuret pour en prendre un plus long de 50 centimètres, et ainsi de suite.

Le poids de cette machine est d'environ 230 kilogr. : 85 kilogr. pour la perforatrice, 50 kilogr. pour le secteur, et 95 kilogr. pour la colonne et son collier.

Haveuse des mines d'Anzin. — La haveuse Saclier, employée aux mines d'Anzin (fig. 4 et 5), consiste en une perforatrice à air comprimé, montée sur une colonne ou sur un socle à l'aide d'un système d'attache à deux cuvettes C_1 et C_2 à axes rectangulaires, qui réalise une suspension à la cardan, de sorte que le fleuret peut haver dans toutes les directions. Cette haveuse a été construite spécialement pour être employée dans nos mines du Nord et du Pas-de-Calais; elle peut fonctionner dans des couches irrégulières, inclinées, de puissance ne dépassant pas 60 centimètres, avec des toits peu résistants, nécessitant des lignes de boisages rapprochées de 1 mètre environ.

Le piston P de la perforatrice a 76 millimètres de diamètre; sa course est de 150 millimètres. Le trépan K se monte à frottement à l'extrémité d'une allonge D fixée sur la tige du piston; il y a un jeu de cinq allonges,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 22, p. 368.

Digitized by Google

de longueurs variant depuis 40 centimètres jusqu'à 2 mètres, que l'on remplace les unes par les autres, au fur et à mesure de l'approfondissement. La machine peut faire des havages de 1m 50 de profondeur sur 6 centimètres d'épaisseur; grâce au mode de construction, qui laisse à la perforatrice une grande liberté de mouvement, on peut contourner les rognons de carbonate que l'on rencontre, sans risquer de briser

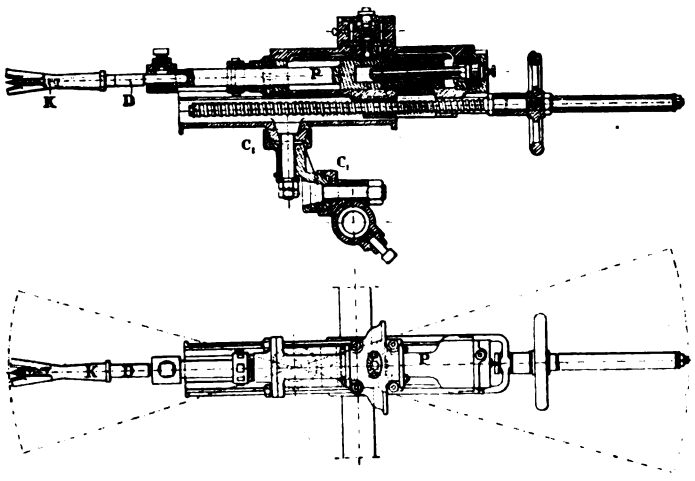


Fig. 4 et 5. — Haveuse d'Anzin : Coupe et plan.

l'outil. Cette machine, montée sur un petit chariot, peut passer dans des voies où la hauteur du toit n'est que de 40 centimètres. Au front de taille, elle peut se monter sur une colonne, elle sert alors de perforatrice ordinaire (on immobilise les jointures par l'interposition d'une rondelle spéciale). On s'en sert également comme haveuse, en la montant sur un affût spécial (fig. 6 et 7), maintenu contre le mur par deux

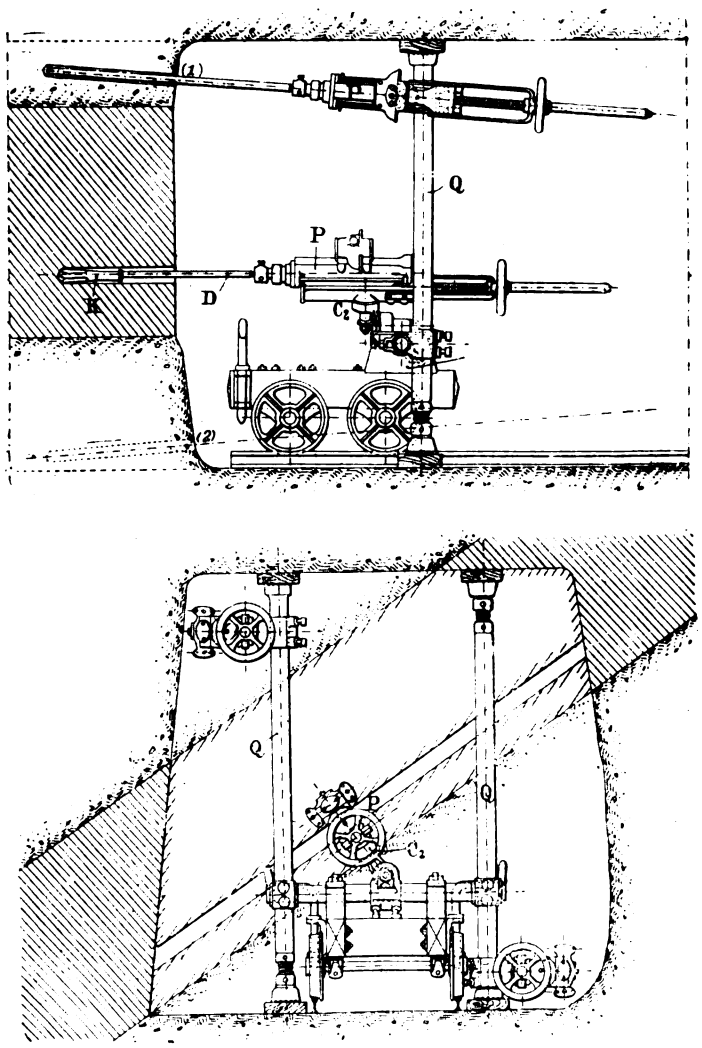


Fig. 6 et 7. — Haveuse d'Anzin en fonctionnement.

colonnes à vis Q. Cet affût porte une cuvette sur laquelle on boulonne la machine, de façon à avoir toujours deux cuvettes assurant la suspension à la cardan.

Cette haveuse est employée à Anzin depuis le commencement de l'année 1901, soit pour le dépilage des veines de charbon dur, soit pour le percement des grandes voies de roulage dans le charbon, soit enfin pour le percement des montages servant à l'aérage.

Nous donnons, ci-dessous, les résultats obtenus avec cette machine, d'après une note de M. Saclier, parue dans les *Annales des Mines*, en 1902:

Percement des voies. — Ce percement dans une *veine* régulière avec épontes de schistes a donné comme avancement, par poste composé de 1 ouvrier et 2 aides : 1 mètre, soit 33 % de plus que l'avancement à la main. Le prix par mètre d'avancement a été à peu près le même que pour le travail à la main.

Dépilage. — Le tableau suivant donne la production comparative par ouvrier à la machine et à la main, dans neuf tailles différentes :

NUMÉROS des TAILLES	PRODUCTION PAR HOMME		DIFFÉRENCE
	A LA HAVEUSE	A LA MAIN	
	tonnes	tonnes	%
1	1,510	1,367	10,4
2	1,678	1,367	22,7
3	1,851	1,540	20,2
4	2,025	1,540	31,4
5	2,702	2,412	12
6	2,700	2,371	13,9
7	2,780	2,361	17,7
8	2,649	1,813	46
9	2,213	1,913	15,7

Enfin, dans les travaux d'un autre puits de la même Compagnie, on a obtenu, pour ces dépilages, les résultats suivants :

Tailles.	Réduction de prix due au havage mécanique.
—	—
A	30 %
B	20
C	15
D	20

On a obtenu, avec le havage mécanique, 20 à 25 % de gros charbons en plus qu'avec le travail au pic.

La taille A était caractérisée par une veine très dure, un bon toit et un bon mur; la taille B par une veine moins dure, se détachant après le havage en gros blocs; la taille C par une veine dure, un mauvais toit, un mauvais mur; le havage, dans cette dernière taille, a été gêné par de nombreux accidents de terrains et des rejets.

Haveuse Ingersoll-Sergeant. — La haveuse Ingersoll-Sergeant est constituée par un pic ajusté au bout de la tige d'un piston mû par

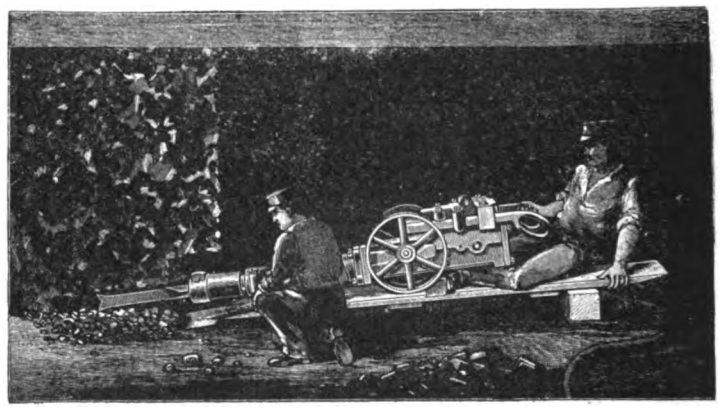


Fig. 8. — Haveuse Ingersoll-Sergeant.

l'air comprimé. La machine est supportée par deux roues qui permettent de la faire avancer au fur et à mesure que le pic avance lui-même dans le charbon (fig. 8). L'ouvrier, assis en arrière de la haveuse, la guide à l'aide de deux poignées, tandis qu'il appuie contre les roues ses pieds, munis de cales en bois, pour empêcher le recul de la machine. La pression de l'air comprimé peut varier de 3 à 5 atmosphères; le nombre des coups de piston est de 160 à 250 par minute. En appuyant verticalement sur les poignées, l'ouvrier dirige quelques coups de pic un peu au-dessus du niveau de la havée proprement dite, pour faire un vide qui permette au pic d'atteindre ensuite sa profondeur maximum.

L'épaisseur du havage est alors de 5 à 7 centimètres au fond, et de 30 à 35 centimètres à l'entrée: quant à sa largeur, elle peut être d'environ 1m 50, sans qu'on ait besoin de déplacer la machine. Quand cette largeur est atteinte, on retire la machine, on déplace latéralement la plate-forme en bois sur laquelle elle reposait, et on recommence la même opération.

Le tableau suivant donne, pour trois types de haveuses Ingersoll-Sergeant, les dimensions principales et les poids de ces machines, ainsi que les profondeurs qu'elles peuvent atteindre :

Digitized by Google

	TYPES		
	F. 4	H. 4	H. 5
Diamètre du cylindre. . . . . millimètres.	108	127	127
Course du piston. . . . . —	355	432	432
Longueur maximum de la machine, piston en avant, pic compris . . . . . mètres.	2,388	2,590	2,895
Longueur minimum de la machine, piston en arrière, pic compris . . . . . mètres.	1,918	2,032	2,337
Largeur extrême. . . . . millimètres.	584	616	616
Hauteur, du sol au sommet du robinet d'admission . . . . . —	447	486	486
Diamètre des roues. . . . . —	355	432	432
Diamètre des fusées des roues. . . . . —	63	63	63
Poids total. . . . . kilogr.	250	372	385
Poids du pic de 38 centimètres . . . . . —	4,5	4,5	4,5
Profondeur du havage. . . . . mètres.	1,20	1,50	1,80

Haveuse Harrison. — La haveuse Harrison, construite par la Whitcomb Cº, est du même système que la précédente; la figure 9 en donne une vue en coupe. La pression normale de l'air dans cette haveuse

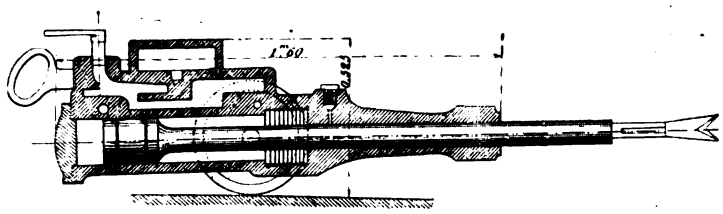


Fig. 9. — Coupe de la haveuse Harrison.

est de 5 kilogr. par centimètre carré; l'admission se fait jusqu'aux quatre cinquièmes de la course. On peut régler le nombre des coups de piston à la minute, ainsi que leur force.

Les dimensions principales de la machine sont les suivantes :

Longueur, le piston étant ramené en arrière.	mètres.	2,020
Largeur.	—	0,675
Hauteur.	—	0,525
Diamètre des roues.	—	0,400
Poids.	kilogr.	320

Deux exemples permettront d'apprécier la production des haveuses de ce type :

Dans un charbonnage américain, caractérisé par un charbon très tendre, une haveuse Harrison exécutait, en cinq minutes, un havage de 1m 65 de largeur sur 1m 50 de profondeur, à la vitesse de 180 à 200 coups par minute, soit une vitesse de déhouillement de 29 à 30 mètres carrés à l'heure (sans tenir compte des arrêts fortuits, du temps perdu dans les déplacements de la haveuse, etc.). L'épaisseur du havage, mesurée au front de taille, était de 50 centimètres. Dans une autre houillère, la machine n'effectuait qu'un havage de 1m 50 de largeur sur 1m 50 de profondeur en quarante-cinq minutes, ce qui correspond à une vitesse d'environ 3 mètres carrés à l'heure; il est vrai que le charbon était très dur (1).

Haveuse Herzler et Henninger. — La haveuse Herzler et Henninger, dénommée couramment *haveuse H et H*, est d'un type analogue aux précédentes; les dimensions principales sont :

Longueur (piston ramené en arrière)	mètres.	2,40
Largeur.	—	0,60
Hauteur.	—	0,57
Diamètre des roues.	—	0,40
Poids.	kilogr.	370

La machine peut faire des havages de 1m 80 de profondeur.

Comme exemple de travail effectué par cette haveuse, nous donnerons les chiffres suivants, qui se rapportent à l'abatage d'un charbon dur, avec un lit schisteux de 5 centimètres d'épaisseur, qui était compris dans l'épaisseur du havage, la veine ayant un bon toit; la profondeur du havage était de 1m 27, sa largeur, en quatorze minutes, de 1m 35, soit une vitesse de déhouillement de 7m² 30 à l'heure, à raison de 200 coups de piston par minute.

Haveuse Sullivan. — Les dimensions principales de cette machine (fig. 10) sont les suivantes :

Longueur (piston ramené en arrière)	mètres.	2,10
Largeur.	—	0,55
Hauteur.	—	0,55
Diamètre des roues.	—	0,37
Poids.	kilogr.	320

(1) Nous empruntons ces renseignements au *Colliery Guardian*, ainsi que les résultats relatifs aux haveuses à pic H et H et Sullivan.

Dans une houillère américaine, cette machine faisait, en vingt minutes, un havage de 2m 25 de largeur sur 1m 65 de profondeur, soit une vitesse de 11 mètres carrés à l'heure, à raison de 160 coups

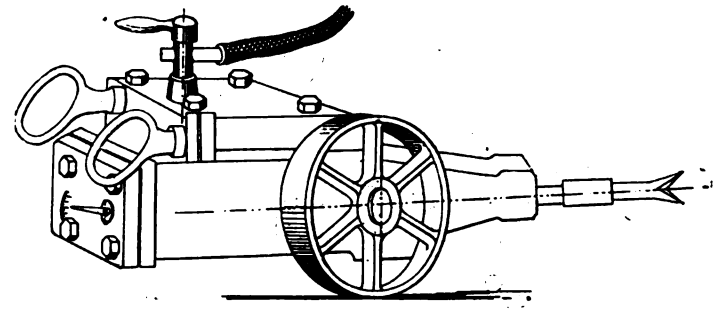


Fig. 10. — Haveuse à pic Sullivan.

de piston par minute. Dans un autre charbonnage, cette vitesse était de 13 mètres carrés à l'heure; l'épaisseur du havage, mesurée au front de taille, était de 37 centimètres; la pression de l'air était de 6 kilogr. par centimètre carré.

Haveuse Morgan-Gardner. — La haveuse à pic, système Morgan-Gardner (fig. 11) est mue par l'électricité. Elle consiste essentiellement en un piston, qu'un fort ressort pousse en avant, et qui est ensuite

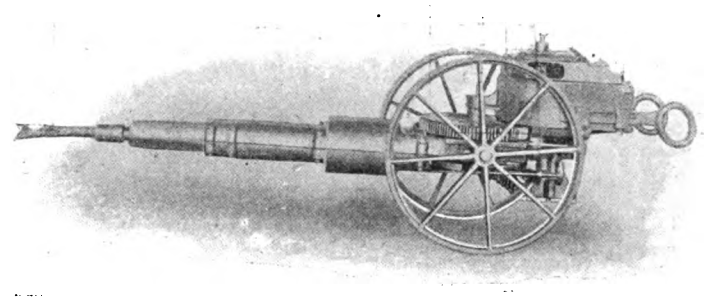


Fig. 11. — Haveuse à pic Morgan-Gardner.

ramené en arrière par une came commandée par la rotation du moteur. Celui-ci est placé à l'arrière de la machine; son axe est disposé verticalement; l'induit est du type à anneau denté.

La course du piston est de 20 centimètres, le nombre des coups par minute est de 175 à 225. Les dimensions principales de cette haveuse sont les suivantes :

Longueur.	mètres.	2,10
Largeur.	—	0,52
Poids.	kilogr.	340

Cette machine peut faire des havages de 10 à 20 mètres de longueur, sur 1m 35 de profondeur, par poste de neuf heures.

La figure 11 la représente montée sur grandes roues, de façon à fonctionner comme *rouilleuse*, c'est-à-dire à faire dans le front de taille des coupures verticales.

Haveuse Wrightson-Morison. — Cette machine est caractérisée pour la combinaison de deux pistons munis chacun d'un pic, disposés parallèlement soit l'un au-dessous de l'autre, soit l'un à côté de l'autre, et battant le charbon alternativement, de façon à atténuer le recul, si pénible pour l'ouvrier, qui est un des gros inconvénients des haveuses à pic. L'appareil peut osciller autour d'un axe horizontal, pour prendre l'inclinaison convenable. Le tout est monté sur un chariot porteur, que l'on roule jusqu'au front de taille, et que l'on cale ensuite à l'aide de tiges à vis passant dans des écrous fixés aux quatre coins du chariot.

Cette haveuse, qui vient de faire son apparition en Angleterre, n'a pas encore montré ce qu'elle peut donner comme résultat pratique.

J. Rosset,
Ingénieur civil des Mines.

(A suivre.)

MÉTALLURGIE

AFFINAGE DE LA FONTE PAR LE PROCÉDÉ TALBOT

Nouvelles applications de ce procédé.

La fabrication continue de l'acier dans les fours à sole oscillante est de plus en plus à l'ordre du jour, et de nouvelles installations, faites principalement aux États-Unis, permettent aujourd'hui une comparaison normale des résultats obtenus avec les procédés ordinaires et avec le procédé continu de M. Benjamin Talbot.

Les premières applications de cette nouvelle méthode de travail, et des fours oscillants auxquels elle s'applique, ont été déjà l'objet, dans

Digitized by Google

le *Génie Civil* (1), de plusieurs études. Nous croyons intéressant de compléter aujourd'hui ces renseignements, d'après la Conférence de M. Talbot, faite à l'Assemblée de l'*Iron and Steel Institute*, à Londres, le 7 mai dernier.

L'auteur y expose les progrès réalisés dans l'emploi de son procédé depuis le mois de mai 1900, époque à laquelle il fit connaître les résultats obtenus avec un four de 75 tonnes à production continue, à l'usine de Pencoïd, en Pennsylvanie.

La capacité des fours s'est d'abord considérablement accrue : on a mis en marche, il y a quelques mois, à Pittsburg, un four de 200 tonnes; d'autres suivront bientôt; en France et en Angleterre, on construit actuellement des fours dont l'importance ne sera pas moindre.

Le four de 75 tonnes de Pencoïd travaille, aujourd'hui encore, avec la sole qui a servi à la mise en marche, il y a trois ans et demi. On ne le charge qu'à 60 ou 65 tonnes, et il produit en moyenne 650 tonnes par semaine.

La fonte liquide que l'on emploie est obtenue au cubilot, et présente une teneur en phosphore de 0,8 %. La section du four à la surface du bain n'est que de 3 × 10 mètres carrés, ce qui correspond aux dimensions d'un four fixe de 30 tonnes. L'épaisseur du bain est naturellement plus considérable.

A l'usine Jones et Laughlins, à Pittsburg, on a éprouvé quelques difficultés dans la construction et la mise en marche du four de 200 tonnes; actuellement il fonctionne d'une manière satisfaisante. On y charge de la fonte hématite liquide à 0,1 % de phosphore; c'est la fonte Bessemer normale de Pittsburg. La fonte provient des mélangeurs qui desservent l'aciérie Bessemer.

Les parois du four sont en briques de magnésie, avec revêtement de magnésie frittée; on pourrait aussi bien employer de la dolomie frittée. Le four est ovale; il a 12 mètres de longueur, sur 5m 33 de largeur au milieu; sa largeur aux extrémités est de 4m 42. Le mouvement de bascule peut s'effectuer de part et d'autre du plan de symétrie vertical; le gaz *naturel* qui sert au chauffage arrive par un carneau médian; deux carneaux voisins donnent accès à l'air.

Quelques-uns des resultats obtenus durant la semaine du 14 au 21 février, observés par M. Talbot, sont consignés dans le tableau I; le

TABLEAU I.

NUMÉROS	DATE	COMMENCEMENT du CHARGEMENT	COULÉE	DURÉE de L'OPÉRATION	FONTE LIQUIDE	COMPOSITION DE LA FONTE Si	COMPOSITION DE LA FONTE S	MINERAI à 60 % Fe	BATTITURES	CHAUX	FERRO-MANGANÈSE	PRODUCTION LINGOTS bons	PRODUCTION LINGOTS rebuts	COMPOSITION DE L'ACIER C teneur demandée	COMPOSITION DE L'ACIER C teneur obtenue	COMPOSITION DE L'ACIER Ph	COMPOSITION DE L'ACIER Mn	COMPOSITION DE L'ACIER S
	février	h. m.	h. m	h. m.	livres (1)			livres	livres	livres	livres	livres	livres					
1	14	» »	5 55 s	» »	64 100	1,08	0,060	800	4 500	10 600	300	41 600	2 000	0,15 — 0,20	0,16	0,028	0,56	0,047
2	15	6 » s	9 15 s	3 20	62 200	1,54	0,050	700	4 500	3 225	500	102 800	»	0,15 — 0,20	0,17	0,030	0,44	0,046
3	15	9 20 s	2 25 m	5 10	103 800	0,98	0,056	5 200	9 000	3 225	450	82 000	»	0,15 — 0,20	0,21	0,042	0,51	0,043
4	16	2 28 m	6 25 m	4 »	79 100	1,15	0,036	5 200	7 200	4 300	500	88 400	1 000	0,15 — 0,20	0,16	0,037	0,46	0,048
5	16	6 29 m	11 10 m	4 45	89 400	0,99	0,053	»	10 800	6 450	380	92 290	»	0,15 — 0,20	0,19	0,024	0,40	0,049
6	16	11 13 m	3 10 s	4 »	91 100	0,90	0,050	»	11 700	5 375	380	87 090	»	0,22 — 0,26	0,30	0,025	0,43	0,055
7	16	3 13 s	8 20 s	5 10	91 800	0,81	0,064	2 600	10 800	3 225	500	87 700	2 000	0,22 — 0,26	0,28	0,028	0,50	0,057
8	17	1 20 m	5 57 m	4 42	87 100	1,10	0,059	»	10 800	6 450	450	92 700	3 000	0,15 — 0,20	0,17	0,024	0,43	0,050
9	17	6 3 m	10 10 m	4 13	79 600	1,10	0,059	»	11 700	5 375	380	88 400	»	0,15 — 0,20	0,16	0,015	0,38	0,054
10	17	10 15 m	2 35 s	4 25	96 100	1,50	0,049	1 400	11 700	6 450	380	93 600	»	0,15 — 0,20	0,25	0,013	0,40	0,052

NOTA. — Le poids de minerai et de battitures sèches employées fut 43,5 % du poids de la fonte liquide.

Les battitures sèches comportaient 70 % Fe et 0,10 % S.

Consommation moyenne de ferromanganèse : 10,2 livres par tonne de lingots.

Resultat d'ensemble pour la semaine du 14 au 21 février { Métal coulé (bons et mauvais lingots). . . 1 415t 0 ; Métal chargé, y compris le ferromanganèse 1 404t 6 ; Gain. . . . . 10t 4 = 0.14 %

(1) Une livre anglaise vaut : 0kg 453.

TABLEAU II. — *Particularités de l'opération n° 6 du tableau I.*

COMPOSITION DE LA CHARGE					COMPOSITION DU MÉTAL					COMPOSITION DE LA SCORIE		
		POIDS du métal	BATTITURES	CHAUX	C	Si	S	Ph	Mn	Fe	SiO^2	CaO
h. m.		livres	livres	livres								
11 10 m.	Poids du métal resté dans le four après l'opération précédente	322 560	»	»	»	»	»	»	»	10,36	17,80	»
11 13 m.	Chargement de battitures	»	10 800	»	»	»	»	»	»	»	»	»
11 34 m.	— de chaux.	»	»	3 225	»	»	»	»	»	»	»	»
12 5 s.	Analyse du bain et de la scorie.	»	»	»	0,6	»	»	0,009	»	31,74	12,20	»
12 10 s.	Chargement de métal	56 000	»	»	4,0	0,90	0,060	0,10	0,65	»	»	»
	Composition calculée du bain	»	»	»	0,55	»	»	»	»	»	»	»
12 17 s.	Analyse après la première réaction	»	»	»	0,44	»	»	0,009	»	22,93	18,80	35,30
	Réduction %.	»	»	»	20 %	»	»	»	»	»	»	»
12 25 s.	Chargement de battitures	»	1 800	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1 20 s.	— de chaux	»	10 800	2 150	»	»	»	»	»	»	»	»
1 55 s.	Analyse du bain et de la scorie.	»	»	»	0,03	»	»	0,009	»	29,59	15,10	»
2 » s.	Chargement de métal	55 400	»	»	4,00	»	»	»	»	»	»	»
	Composition calculée du bain	»	»	»	0,51	»	»	»	»	»	»	»
2 9 s.	Analyse du bain et de la scorie.	»	»	»	0,48	»	»	»	»	20,58	18,70	»
	Réduction %.	»	»	»	6 %	»	»	»	»	»	»	»
3 5 s.	Analyse du bain et de la scorie.	»	»	»	0,26	»	»	0,023	»	9,06	24,50	40,90
3 10 s.	Éprouvette prise dans la poche de coulée . .	»	»	»	0,30	»	0,055	0,025	0,43	»	»	»

Resultat d'ensemble de l'opération ci-dessus : { Poids de métal obtenu . . . . . 87 090 livres. ; Durée de l'opération . . . . . 3 h. 57 m.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XXXVII, n° 3, p. 42 ; t. XXXIX, n° 5, p. 69 ; t. XL, n° 16, p. 257, et t. XLII, n° 21, p. 327.

Digitized by Google

tableau II indique les détails d'une opération. La température rigoureuse qui règna pendant cette semaine obligea à prolonger notablement plusieurs chauffes.

La composition moyenne de la fonte liquide chargée était :

C total	4 °/₀
Si	1 à 1,25 °/₀
Ph	0,1 °/₀
Mn	0,65 °/₀
S	0,06 °/₀.

Le chargement initial fut de 112 000 livres anglaises de fonte froide et 220 600 livres de chutes de laminoirs. Les autres circonstances de l'exploitation sont groupées dans le tableau I.

On commença le chargement dans la nuit du samedi ; le dimanche matin à 7 heures, 150 tonnes de fonte froide et de ferrailles étaient chargées ; vers 4 heures de l'après-midi, on coula dans le four 30 tonnes de fonte, et les opérations suivirent alors leur cours.

Le mode de coulée par pont roulant est aujourd'hui préféré à celui par chariot de coulée, car si un accident arrive à la poche du pont roulant, on peut la vider dans une autre, reprendre cette dernière avec le pont, et continuer la coulée.

Les résultats des essais mécaniques effectués sur le métal de quelques coulées du tableau I sont indiqués dans le tableau suivant :

TABLEAU III.

N°s de coulée	LIMITE D'ÉLASTICITÉ	CHARGE DE RUPTURE	ALLONGEMENT sur 203 millimètres	DIMINUTION de section à l'endroit de la rupture	COMPOSITION CHIMIQUE			
					C	Ph	Mn	S
	kilogrammes par millimètre carré	kilogrammes par millimètre carré	0/0	0 0				
1	22,5	41,1	27,75	57	0,16	0,028	0,56	0,047
2	24,1	42,1	28,5	44,3	0,17	0,030	0,44	0,046
4	25	40,1	30	53	0,16	0,037	0,46	0,048
5	23,9	41,5	29	47,8	0,19	0,024	0,40	0,049
8	23,3	40,4	29	48,9	0,16	0,027	0,56	0,062

Les teneurs en carbone du tableau I montrent que l'on a obtenu des aciers durs et doux ; tous les profilés, cornières, U, T, I, les essieux, les tôles fabriqués furent de bonne qualité. Le tableau II montre avec quelle rapidité s'effectue la décarburation de la fonte ; la faible teneur finale de la scorie en oxyde de fer est également remarquable.

On peut travailler en faisant des additions plus considérables de chutes et de ferrailles, dont la proportion peut atteindre 62-65 °/₀, comme l'indique le tableau suivant :

TABLEAU IV.

	SEMAINE DE SEPTEMBRE 1902		SEMAINE D'OCTOBRE 1902	
	tonnes	0/0	tonnes	0 0
Fonte liquide	497	36,9	472	34,6
Chutes	852	62,7	888	65,0
Ferromanganèse	5	0,4	6	0,4
	1 354	100	1 366	100
Minerai de fer	10	0,8	13	1,0
Castine et chaux	71	5,4	69	5,1
Lingots bons	1 344	99,7	1 353	99,0
Lingots rebuts	11	0,8	1	0,1
Nombre d'opérations	28	»	28	»
Tonnage moyen d'une coulée	48 t.	»	48 t. 3	»
Durée moyenne d'une opération	5 h. 45	»	5 h. 36	»

Ceci est surtout avantageux pour les usines qui ont à employer beaucoup de chutes légères, chutes de tôles fines par exemple : on les charge directement sur le bain métallique, tandis qu'on serait forcé de fondre les grosses chutes sur la sole, ce qui entraine une perte notable par oxydation.

On remarquera que la teneur en soufre n'est pas sensiblement modifiée pendant l'opération ; l'auteur estime que le haut fourneau et le mélangeur doivent pouvoir écarter cet élément nuisible, et qu'il est beaucoup trop coûteux de ne s'en débarrasser qu'ensuite, par des additions de chaux, de spath-fluor, ou de chlorure de calcium.

Si, d'ailleurs, la fonte est très phosphoreuse, et si la scorie peut être vendue comme engrais, il faut compter avec l'influence du spath et du chlorure de calcium sur la solubilité de l'acide phosphorique dans le citrate d'ammonium, lorsque c'est par ce procédé qu'on détermine la valeur marchande de la scorie.

En Angleterre, la première installation d'un four à marche continue fut celle de Frodingham (1) ; ce qui prouve que l'on est satisfait du procédé, c'est que l'on remplace, dans cette usine, des fours Martin ordinaires par de nouveaux fours continus.

Le four actuel, de 100 tonnes, travaille avec de la fonte phosphoreuse :

Si = 0,75 à 1,25 °/₀ ;	Mn = 2 ;
Ph = 1,75 à 2 °/₀ ;	S = 0,06.

Cette forte teneur en éléments étrangers exige une opération plus longue que pour la fonte de Pencoïd. La sole peut rester en service, sans réparations, pendant trois à quatre mois ; la production atteint 600 à 650 tonnes par semaine.

La teneur des scories en P^2O^5 dépasse de 3 à 4 °/₀ celle des scories des fours fixes.

Voici un résumé de la marche pendant une semaine :

Chargement de métal :		
Chutes de laminoir. .	Tonnes.	50
Fonte liquide	—	474
Fonte froide.	—	23
Ferromanganèse . . .	—	3
		550

Charges de minerai et castine :		
Minerai de fer	Tonnes.	125
Chaux.	—	43
Résultats :		
Bons lingots	Tonnes.	572
Mauvais lingots . . .	—	12
Scories	—	121
(à 9,4 °/₀ Fe et 16,53 °/₀ P^2O^5).		

Pour affiner de la fonte hématite sur un four à sole aussi rapidement qu'au convertisseur, il faut accélérer autant que possible l'oxydation du carbone par les oxydes de fer, en réalisant une température suffisante pour une décarburation aussi vive.

Dans les fours ordinaires, on se heurte alors à plusieurs obstacles : ou bien les oxydes portés à température très élevée ne tardent pas à ronger fortement la sole ; ou, si la température est insuffisante, la sole s'empâte, la capacité du four diminue, la scorie n'est pas fluide, et la décarburation est extrêmement lente ; veut-on l'accélérer, il faut réchauffer le bain, évacuer une partie de la scorie : d'où perte en fer, dont cette scorie contient 35 à 40 °/₀.

Dans un four continu de 200 tonnes, au contraire, la masse considérable du métal constitue un réservoir de chaleur suffisant largement à maintenir le bain à la température nécessaire, et l'on peut se rendre compte que la réaction suit un tout autre cours : au lieu d'un état mousseux se prolongeant durant des heures, un vif bouillonnement se produit ; puis, le bain se calme au bout de 15 à 30 minutes.

Sitôt qu'une charge est coulée et que le four a repris sa position normale, on ajoute des oxydes à la scorie pauvre, et de la chaux si besoin est ; la scorie se les assimile rapidement, et, dès que l'on a réparé les parois du four, on verse une nouvelle charge de fonte liquide ; grâce à la haute température qui règne dans le four, le carbone s'unit énergiquement à l'oxygène des oxydes. Il se forme une grande quantité de CO, qui brûle dans le four même, puis dans les récupérateurs.

On a reproché au four de 200 tonnes que sa production est peu supérieure à celle d'un four fixe de même capacité. A cela, l'auteur répond que la section du four à la surface du bain est le meilleur terme de comparaison pour divers fours à sole ; dans le tableau V, les trois premiers fours travaillent suivant le procédé continu.

TABLEAU V.

DÉSIGNATION DES FOURS	SECTION A LA SURFACE DU BAIN	CONSTRUIT POUR	CAPACITÉ CALCULÉE (en prenant pour type le four de Pencoïd
	mètres carrés	tonnes	tonnes
Pencoïd	9 × 2,7 = 24,3	70	70
Frodingham	9,6 × 3,75 = 36	100	104
Jones and Laughlins	12,2 × 4,8 = 58,6	200	166 (1)
Campbell	9,6 × 3 = 28,8	50	83
Donawitz	8,1 × 3 = 24,8	30	70
Sharon	8,7 × 4,35 = 37,8	50	109

(1) La hauteur du bain est supérieure de 150 millimètres à celle du four de Pencoïd.

En prenant comme type normal le four de Pencoïd de 70 tonnes, on peut, pour d'autres fours, calculer la capacité qui correspondrait à leur section effective. Les chiffres sont concordants pour les trois fours continus ; il est loin d'en être de même pour les autres.

Il est à remarquer que la production hebdomadaire est, pour une même sorte de fonte, sensiblement proportionnelle à la section du four, à la surface du bain.

On voit qu'il est tout à fait impropre de désigner sous le nom de fours de 50 tonnes, des fours comme celui de Sharon par exemple.

A la suite de la Conférence de M. Talbot, M. Martin, Ingénieur de la Carnegie Steel Co. a fait observer que le four de 200 tonnes ne produit que 1 2 0 à 1 400 tonnes de lingots par semaine, tandis qu'à Homestead un four de dimensions ordinaires donne 650 tonnes ; qu'en

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLII, n° 21, p. 327.

Digitized by Google

outre, ce dernier n'a pas coûté plus de 100 000 dollars, tandis que le four de 200 tonnes a coûté quatre ou cinq fois plus ; les frais d'entretien sont de 34 cents par tonne pour le petit four, de 58 cents pour l'autre.

Le but primitif du procédé Talbot était d'obtenir des coulées d'un tonnage relativement faible, se succédant à intervalles rapprochés, ressemblant ainsi au procédé Bessemer plus qu'au procédé Martin ; on peut donc s'étonner que M. Talbot fasse maintenant des coulées de 40 tonnes, avec des fours d'une capacité si considérable.

M. Talbot répond que les difficultés que l'on rencontra dans la mise en marche du four de Jones et Laughlins furent d'ordre exclusivement mécanique ; si la construction du four coûta 400 000 dollars, c'est qu'il est établi avec des fondations très importantes, sur terrain rapporté ; et la dépense de premier établissement ne dépasserait pas normalement 200 000 dollars. Il donne enfin la préférence à de grands fours et à des coulées de 40 tonnes, parce qu'une coulée de 20 tonnes demande autant de temps qu'une coulée de 40.

M. Daelen estime, au sujet de l'introduction du procédé continu en Allemagne, qu'il n'a pas encore suffisamment fait ses preuves, pour que l'on abandonne la fabrication au convertisseur et au four Martin basiques, dont, pour le moment, on a tout lieu d'être satisfait.

F. L.

HYGIÈNE

DÉSINFECTION DES NAVIRES

Destruction des rats.

Depuis que M. le docteur Catelan, directeur de la Santé, à Marseille, a reconnu que l'épidémie pesteuse du navire *Niger*, en août 1900, avait eu son origine dans la migration de rats contagionnés et que de nombreux exemples sont venus confirmer cette opinion, de sérieux efforts ont été faits pour se préserver de cette cause de contamination.

L'instruction ministérielle du 1er octobre 1900, en prescrivant de surveiller attentivement le déchargement des navires, de s'opposer à l'exode des rats et d'en assurer la destruction, apporta un secours efficace à la surveillance sanitaire maritime. D'excellents résultats furent obtenus, venant confirmer tous les jours l'idée première de la dissémination du fléau par les rats contagionnés.

Cependant, il fut reconnu que la destruction de ces rongeurs n'est pas le seul but à poursuivre, certaines épidémies, notamment celle de Glasgow (1900), s'étant déclarées sans que les rats puissent être incriminés. La peste, d'origine microbienne, est, en effet, susceptible d'être transmise par tous les véhicules où les microbes peuvent pulluler : eau, vêtements, insectes, etc. Un bon procédé de désinfection devra donc, à toutes les conditions que l'on est en droit d'exiger de lui, joindre des propriétés bactéricides.

Rappelons maintenant les principales de ces conditions :

Au point de vue de la salubrité publique, le produit désinfectant devra détruire les microbes, rongeurs, insectes, vermine, etc. ;

Au point de vue des Compagnies de navigation, il ne devra pas détériorer le navire, non plus que sa machinerie, son ameublement et ne devra pas nécessiter le débarquement de l'équipage ;

Considérant les intérêts de l'armateur, il ne devra pas altérer les marchandises ; pour sauvegarder ceux des Compagnies d'assurances, il ne devra pas être une cause d'incendie ;

Au point de vue général, enfin, son emploi ne devra entraîner, ni déchargement même partiel de la cargaison, ni retard dans les transactions commerciales, ni dépense trop onéreuse.

Un tel ensemble de *desiderata*, tout en rendant la solution délicate, la circonscrit notablement en éliminant tous les anciens procédés par solutions antiseptiques. Seul l'emploi des gaz peut être admis. Un nouvel examen des propriétés caractéristiques de chacun de ceux-ci limite rapidement le choix, pour aboutir à deux composés : l'acide carbonique et l'acide sulfureux.

Chacun des deux procédés basés sur l'emploi de ces gaz offre des propriétés dignes de fixer l'attention des hygiénistes ; ils n'auraient cependant pu entrer dans le domaine pratique si la préparation des acides carbonique et sulfureux était restée limitée aux procédés de laboratoire. La production eût été trop lente, alors qu'on cherchait à inonder dans un temps très court les cales de navires de grand tonnage. Mais l'industrie fournit aujourd'hui de l'acide carbonique liquéfié et, grâce à l'appareil Clayton (1), elle est à même de produire très rapidement de l'acide sulfureux.

Nous allons décrire successivement ces deux procédés de préservation contre la peste, d'après les études que leur viennent de consacrer, dans la *Revue d'Hygiène*, M. le docteur Jacques (2) et MM. David et le docteur Duriau (3).

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 18, p. 285.
(2) Voir la *Revue d'Hygiène* du 20 février 1903.
(3) Voir la *Revue d'Hygiène* du 20 juin 1903.

M. le docteur Jacques, médecin de la Santé, à Marseille, est partisan du procédé à l'acide carbonique, que pour la commodité du langage on a nommé la *carbonication*. Il estime que la *sulfuration* des cales présente de sérieux inconvénients : lorsqu'elle est effectuée sur les cales vides, le fait de débarrasser la cale de ses marchandises entraîne l'exode d'une grande partie des rats qui s'y trouvaient, soit que ceux-ci gagnent les hauts, soit que, blottis dans les marchandises, ils soient débarqués sur les quais ; si la sulfuration porte, au contraire, sur les cales pleines, on risque d'avarier les marchandises, presque toujours imprégnées d'humidité et, par conséquent, susceptibles d'être détériorées par l'acide sulfurique qui peut alors se former. Il rappelle que le Syndicat des armateurs, à Marseille, ayant provoqué une réunion de ses adhérents et des importateurs intéressés, repoussa à l'unanimité, la sulfuration en présence des marchandises, comme impraticable, dangereuse et pouvant entraîner une suite de procès coûteux. Les importateurs de denrées coloniales (thé, café, tissus à teintes délicates, etc.) surtout déclarèrent qu'ils ne pourraient se soumettre à ces opérations qu'à la condition que le Gouvernement restât responsable des avaries et des détériorations possibles.

Dans ces conditions, il importait, avant tout, de rechercher à bord des navires la suppression aussi complète que possible des rats, même sains, par un procédé n'altérant pas le chargement ; si, après l'expertise bactériologique qui devra toujours être faite sur un certain nombre de rats capturés, l'infection des rongeurs était reconnue, on appliquerait toute mesure rigoureuse qui conviendrait.

La carbonication paraît au docteur Jacques devoir répondre à ces exigences ; elle a, de plus, l'avantage, l'acide carbonique étant inodore, de ne pas provoquer la fuite des rats qui, lorsqu'ils sont soumis à la sulfuration, s'échappent de la cale par toutes les issues possibles.

Les difficultés à vaincre pour rendre ce procédé réellement pratique furent nombreuses : effectuer avec rapidité la vidange des bouteilles d'acide carbonique, tout en évitant la congélation dans la canalisation ; s'efforcer de faire arriver le gaz dans la cale à une température voisine de la température ambiante pour faciliter le mélange de l'air et de l'acide carbonique et le rendre aussi homogène que possible ; enfin assainir rapidement la cale après l'opération.

Ces difficultés paraissent avoir été heureusement aplanies par M. Lafond qui a modifié les bouteilles ordinaires d'acide carbonique liquide en trouvant le moyen de faire évacuer le gaz (5 mètres cubes) en moins d'une minute, sans eau chaude, ce qui a son importance pour l'application du procédé indifféremment à bord des vapeurs ou des voiliers. Il réunit plusieurs de ces bouteilles en batteries communiquant avec un tuyau unique de fort diamètre ; celui-ci se termine par une chambre de distribution à quatre tuyaux aboutissant aux quatre coins du panneau de cale. Ces tuyaux sont terminés eux-mêmes par des buses de mélange permettant de réaliser un mélange homogène.

M. Lafond a rendu l'appareil tout à fait pratique en l'installant à bord d'un chaland spécial (fig. 1 et 2). A l'arrière de ce chaland, sur le pont

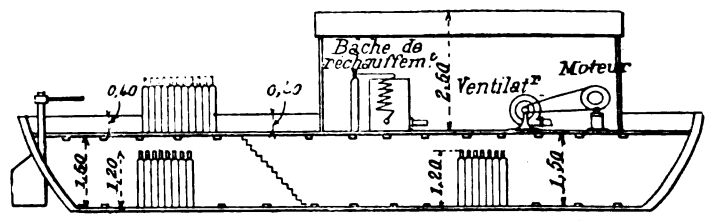


FIG. 1. — Coupe du chaland porteur des appareils pour la carbonication.

et dans la cale, sont rangées les bouteilles à acide carbonique, à bâbord les bouteilles pleines et à tribord les bouteilles vides. Au centre est installé le bac réchauffeur fonctionnant par simple courant d'eau de mer, dont la température reste toujours au-dessus de 10 degrés ; ce bac contient quatre serpentins par où le gaz doit passer avant d'arriver à la cale. La pompe servant à l'alimentation du réchauffeur est placée à l'avant du chaland ainsi que le ventilateur pour l'aération de la cale après l'opération et le moteur à pétrole servant à actionner successivement la pompe et le ventilateur. Le gaz, au sortir des serpentins, se rend par un tube unique de gros diamètre au-dessus de la cale où il se divise en quatre autres tubes plus petits, plongeant chacun à un endroit différent de celle-ci.

L'opération consiste donc à raccorder à la fois quatre bouteilles à chacun des serpentins, à ouvrir les robinets pour qu'elles se vident et à les changer jusqu'à ce qu'on ait envoyé dans la cale un volume d'acide carbonique suffisant pour obtenir un mélange asphyxiant ; ce volume doit correspondre au tiers environ de la capacité disponible.

Les essais du chaland carbonique Lafond ont donné des résultats très satisfaisants. Appliqué au mois de décembre dernier au paquebot *Portugal*, il a permis d'effectuer la carbonication des quatre cales de ce bâtiment, pleines de marchandises et cubant 2 962 mètres cubes, à l'aide de 200 bouteilles d'acide carbonique, ce qui fait une proportion

Digitized by Google

de 33 %. La ventilation s'effectua aussi très rapidement et dans de bonnes conditions.

Le nombre des rats trouvés parfaitement asphyxiés fut de 147.

L'ensemble des résultats obtenus avec ce procédé conduit le docteur Jacques à regarder la carbonication comme répondant complètement aux *desiderata* de la destruction des rats à bord des navires, sans détérioration des marchandises qu'ils portent. La seule condition à observer est l'occlusion de tous les compartiments du bateau, même celle des canots de sauvetage.

Envisageant la question sous un aspect plus général, M. David, chimiste en chef du Ministère des Finances, à Dunkerque, et M. le docteur Duriau, directeur du Service sanitaire de cette ville, estiment qu'il y a le plus grand intérêt, ainsi que le préconisent dans un récent rapport MM. les docteurs Proust et Faivre, à s'attacher aux *propriétés bactéricides* du gaz employé. A ce point de vue, ils trouvent insuffisante la carbonication qui ne paraît exercer aucune action sur la vermine (puces, punaises, etc.) et sur les cancrelats et autres insectes qui pul

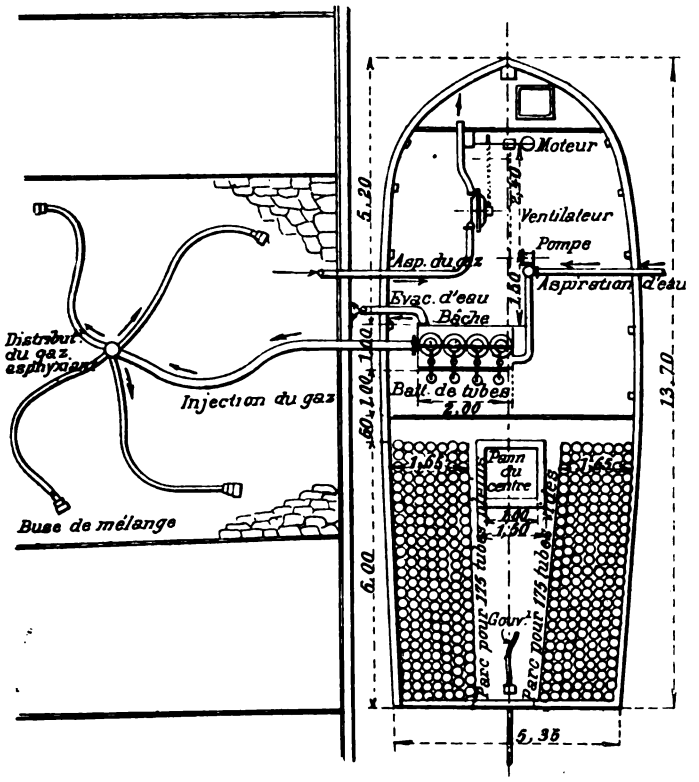


FIG. 2. — Plan d'un chaland accosté à bord d'un navire.

lulent à bord des navires. L'application de ce procédé serait en outre coûteuse, devant atteindre, d'après leur estimation, pour des navires de tonnage moyen, la somme de 1 000 francs.

L'acide sulfureux possédant toutes les propriétés bactéricides requises doit être préféré, à leur avis; mais tant que l'on dut, pour le produire, disposer des foyers à soufre dans les cales des navires, son emploi ne pouvait prendre une grande extension. L'invention de l'appareil Clayton, produisant ce gaz sec en dehors du navire et l'y envoyant sous pression au moyen d'un ventilateur, simplifia beaucoup la question. Il permet, en effet, d'y élever, en peu de temps, la teneur de l'acide sulfureux à 10 %, alors qu'on ne pouvait guère, avec les procédés ordinaires, dépasser 5 %. Il assure, en outre, un brassage énergique et constant qui produit un mélange gazeux absolument homogène.

Cet appareil comprend :

Un générateur d'acide sulfureux, four demi-cylindrique portant une claie métallique sur laquelle on charge le soufre en canon; un refroidisseur à tubes dans lesquels passe un courant d'eau continu (le four est placé sur le refroidisseur); un ventilateur; un moteur mettant en mouvement le ventilateur et la pompe du refroidisseur.

Un système de valves permet d'isoler le ventilateur de la chaudière et du réfrigérant ou seulement de la chaudière. On peut donc, à volonté, prendre l'air de la cale ou le puiser directement dans l'atmosphère pour l'envoyer dans le four, brasser le mélange en maintenant la température ou en la rafraîchissant, éliminer de la cale l'air chargé d'acide sulfureux en l'aspirant et lui substituer de l'air par refoulement.

La communication entre l'appareil et la cale est obtenue au moyen de deux conduits flexibles en caoutchouc, composés de segments de longueur variable et réunis par des garnitures métalliques.

Les essais ont démontré que le gaz sulfureux, produit par l'appareil Clayton à la dose de 11 à 12 % au sortir du four, soit 8 à 9 % au maximum dans les cales, est tout à la fois *microbicide* et *parasiticide*.

MM. David et Duriau s'attachent principalement à montrer qu'à cette dose, l'acide sulfureux ne cause aucun dommage appréciable, pas plus au bâtiment qu'aux diverses marchandises qu'il peut contenir. De nombreuses expériences ont été exécutées dans ce sens à bord du *René*. L'action de l'acide sulfureux fut étudiée successivement sur le bâtiment, sa machinerie, son ameublement, sur les marchandises (matières premières minérales et végétales), sur les matières animales et sur les tissus. A l'exception des savons et de quelques légumes et fruits à pulpe aqueuse, et dont l'enveloppe externe est composée de cellules peu résistantes, ces diverses matières ne subissent que des altérations insignifiantes ou passagères; la quantité d'acide sulfurique qui peut se produire en présence de l'humidité, inévitable à bord des navires, paraît d'ailleurs trop faible pour qu'il en puisse résulter un effet destructif.

Le service sanitaire de Dunkerque a désinfecté jusqu'à ce jour vingt-six navires venant des Indes, au moyen de ce procédé. L'opération de la sulfuration s'y pratique de la manière suivante :

Une fois le navire amarré au quai de quarantaine, on procède à l'appel de tout l'équipage et à la visite médicale. Les tuyaux d'aspiration et de refoulement du gaz sont alors descendus par les manches à vent, l'un à l'entrée de la cale, l'autre au fond. La désinfection dure pendant deux heures et demie ou trois heures, suivant l'importance du chargement de chaque cale. Cette opération terminée, on pratique la désinfection des postes et des cabines. La durée totale pour un navire de 3000 tonnes, tel que le *Mac Donald*, ne dépasse pas huit heures. L'aération des cales est suffisante, lorsque le navire est arrivé à son quai de déchargement, pour permettre aux portefaix d'y descendre sans danger. Les cadavres des rats sont recueillis par le personnel sanitaire et brûlés dans la machine; on opère de même pour les cancrelats ramassés à la pelle après l'opération. Le prix de la désinfection n'aurait jamais, jusqu'à ce jour, dépassé 200 francs pour un grand navire.

D'après les auteurs, ce procédé, n'apportant aucune entrave aux transactions commerciales, leur semble répondre aux conditions les plus rigoureuses imposées à la désinfection maritime.

S. T.

VARIÉTÉS

Éclissage des rails, système Falk.

La Compagnie Générale des Omnibus de Paris emploie actuellement, sur un certain nombre des voies qu'elle refait pour recevoir des tramways à traction mécanique (1), un mode d'éclissage rigide, sans joints de dilatation, qui a déjà, depuis un certain temps, fait ses preuves dans plusieurs pays.

Le procédé consiste, une fois la voie posée et réglée, à entourer chaque jonction de rails d'un moule spécial en deux parties dans lequel on coule de la fonte à très haute température. Cette fonte pénètre entre les abouts des rails, remplit les trous d'éclissage,

FIG. 1. — Chariot porteur du cubilot.

fond plus ou moins les bords et la surface des rails, se soude au fer et, en se refroidissant, fournit une double éclisse latérale partiellement soudée au rail lui-même et ancrée par les arrachements que fournissent les trous d'éclissage remplis de fonte.

Après quelques insuccès au début, provenant d'un mauvais choix des fontes et des conditions de température à laquelle doit se faire l'opération, le procédé a fini par donner de bons résultats. Il n'y a pas de déformations des voies par échauffement naturel en été; et il est assez rare qu'une éclisse casse l'hiver, même sous l'influence du

(1) Boulevard Saint-Germain, boulevard Haussmann, sur les quais, etc.

Digitized by Google

froid considérable qui résulte de la destruction de la neige par salage des voies, ainsi que cela se pratique dans les villes.

L'outillage nécessaire pour l'application de ce système se compose : d'une série de moules, de deux poches de fonderie à main, et d'un cubilot mobile. Le cubilot est formé d'une enveloppe en tôle, garnie de matières réfractaires, et suspendu par sa partie supérieure au bâti du camion qui le porte. Des trous de soufflerie sont ménagés sur le pourtour, ainsi que des regards de décrassage, à 80 centimètres environ du fond, l'ensemble ayant une hauteur totale de 4 mètres environ au-dessus du sol.

De chaque côté, à la partie inférieure, est un trou de coulée pour la prise de la fonte. Une chaudière verticale fournit la vapeur nécessaire pour actionner le compresseur d'air de la soufflerie. Cette chaudière est également supportée par le bâti du camion, et recouverte, ainsi que les organes mécaniques, par une toiture légère en tôle ondulée. Cette couverture s'interrompt au niveau du cubilot et est remplacée à cet endroit par la plate-forme de chargement, sous laquelle est le coffre qui reçoit une partie des provisions de coke et de fonte nécessaires pour l'opération, ainsi que l'outillage de service de la chaudière, les lances et porte-tampons de coulée.

La fonte est prise très chaude dans une poche qui contient la charge nécessaire pour la coulée d'une éclisse. Cette poche est emportée par

Fig. 2. — Coulage de la fonte pour la confection d'un joint.

quatre hommes jusqu'à la place de coulée; sa barre de collier est alors appuyée sur deux leviers portant un crochet et qui servent de hausse pour permettre de maintenir, pendant toute la coulée, le nez de la poche sensiblement à la hauteur du trou de coulée du moule.

A la fin de l'opération, la fonte en excès tombe dans un trou ménagé sous le moule, et est éteinte avec une pelletée de sable.

Toutes les éclisses courantes en ligne droite sont faites par ce procédé, mais on a conservé l'éclissage ordinaire boulonné pour les aiguillages, les changements et les traversées de voies, en raison du trop grand nombre de moules spéciaux qui auraient été nécessaires.

P. B.

Manipulation des produits toxiques en poudre. Procédé Nauton frères et de Marsac.

Les discussions relatives aux dangers que peuvent présenter les manipulations du blanc de céruse ont conduit les industriels à la recherche de procédés mettant l'ouvrier complètement à l'abri des poussières toxiques.

C'est ainsi qu'aux usines Henry, à Paris, il est fait emploi des appareils que MM. Nauton frères et de Marsac ont créés pour les besoins mêmes de leur industrie. Nous ne décrirons ici que l'appareil de distribution (fig. 1 et 2).

La céruse est en barils : il faut, par l'intermédiaire d'un distributeur, l'amener dans des bidons qui servent à la mesurer. Le baril *a*, dont le fond est préalablement enlevé, est coiffé d'une trémie *e* (fig. 1), qui en assure la fermeture étanche.

Un cadre métallique, non indiqué sur la figure, qu'un palan vient soulever, entoure le baril et permet sa rotation autour des tourillons, lorsqu'il a été amené au-dessus du distributeur.

Leur distributeur présente une embouchure supérieure tronconique *d* dont la conicité est la même que celle de la trémie.

Une barre médiane *b*, maintenue en place par un crochet *c*, dont la commande se fait extérieurement en *l*, fixe dans leur position de fermeture les trappes t_1 t_2.

Lors de l'ouverture de ces trappes, la céruse tombe dans le distributeur, le débit est réglé au moyen de cames *k*, commandées de l'extérieur par des leviers pendulaires *p*, qui permettent d'ouvrir plus ou moins les trappes.

La céruse est alors brassée par trois arbres horizontaux munis de palettes, elle est guidée par les parois latérales inclinées, et arrive dans une auge demi-circulaire *m*.

Dans cette auge, la céruse est prise par une vis sans fin qui fait fonction à la fois de malaxeur et de propulseur, elle est dirigée vers l'orifice *o* d'où elle tombe dans les bidons, le registre *r* étant ouvert.

Un fourreau *f* glisse à l'extérieur de la tubulure *n* et vient envelopper la gueule du bidon, empêchant toute sortie des poussières.

Par un même levier de commande, on assure à la fois la mise en

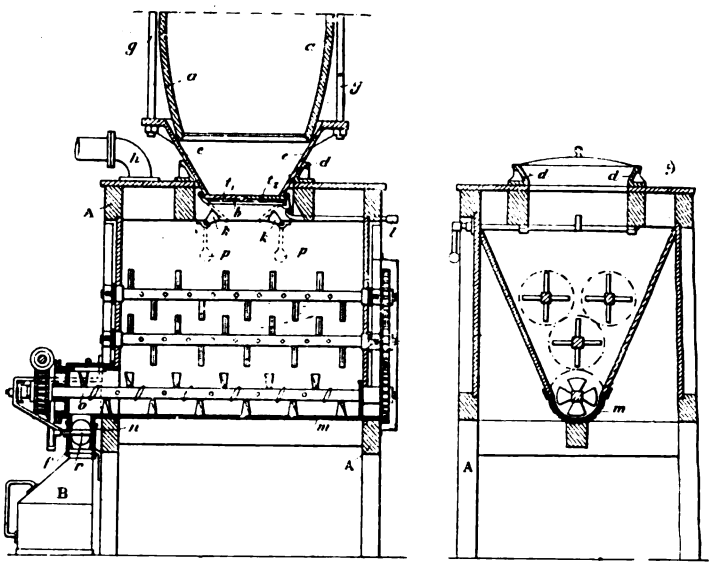


Fig. 1 et 2. — Coupes d'un appareil de distribution de céruse.

marche des arbres de brassage et de la vis de distribution et l'ouverture du registre *r*.

Lorsqu'un bidon est plein, la fermeture de ce registre a lieu en même temps que l'arrêt de tout l'appareil.

Tous les appareils producteurs de poussières, analogues au précédent, sont mis en communication avec une chambre au moyen de tuyaux, tels que *h* fonctionnant comme collecteur-aspirateur.

Cette chambre à poussières est formée de deux compartiments séparés par des parois en tissu tamisant. Dans un des compartiments aboutissent les conduits d'appel venant des appareils producteurs de poussières. Dans l'autre, se trouve un ventilateur aspirant qui assure une dépression constante dans le premier compartiment ainsi que dans tous les appareils avec lesquels il communique.

Les poussières de céruse tombent dans des cuvettes pleines d'eau ou d'huile qui en forment le fond. Les tissus tamisants sont montés sur châssis mobiles, de façon à permettre facilement leur changement et leur nettoyage.

Avantages d'une meilleure pulvérisation du ciment.

Certains grands travaux, comme par exemple la construction des barrages en pays de montagne, qui nécessitent l'emploi d'une quantité considérable de ciment, sont souvent très éloignés des voies de communication et le transport du ciment peut atteindre un prix très élevé.

Nous donnons, d'après l'*Engineering News*, les résultats d'une étude qui a été faite en vue de rechercher si, par l'emploi de matériaux broyés plus finement, il n'est pas possible de diminuer la quantité de ciment nécessaire à la composition des mortiers et des bétons. Il semble que le résultat cherché puisse être atteint assez économiquement, notamment quand on dispose de chutes d'eau pour la force motrice nécessaire au broyage, en additionnant le ciment d'une certaine quantité de sable fin pris sur les lieux mêmes. Ce mélange moulu finement à sec est employé au lieu du ciment. Pour donner de bons résultats, la poudre ainsi obtenue doit être impalpable; elle ne doit laisser au maximum qu'un résidu de 5 % sur un tamis de 6 200 mailles au centimètre carré; elle constitue alors le *sable-ciment* dont les qualités semblent dépendre assez peu de la nature de la substance ajoutée au ciment pourvu qu'elle ait une certaine dureté; on emploie de préférence des sables siliceux, ou des roches quartzeuses pulvérisées que l'on trouve dans le voisinage même de la construction.

Des éprouvettes ont été faites avec un mortier de ciment composé de gros sable à bâtir, mélangé soit à du sable-ciment soit à du ciment Portland ordinaire, celui-ci ayant été employé tel qu'il est fourni par les fabriques ou bien pulvérisé au même degré de finesse que le sable-ciment. Ces éprouvettes ont donné les résultats résumés dans le tableau

Digitized by Google

ci-dessous. Le sable-ciment des deux premiers essais était composé par parties égales de ciment Portland et d'un sable de deux origines très différentes. Le gros sable passait au tamis de 60 mailles au centimètre carré, et était refusé au tamis de 130. La proportion d'eau était de 10 à 12 % du volume total des matières solides.

NUMÉROS	COMPOSITION DU MORTIER				RAPPORT du CIMENT au sable total	RÉSISTANCE A LA TRACTION EN KILOGRAMMES par centimètre carré après	
	GROS sable	SABLE-ciment	CIMENT pulvérisé	CIMENT ordinaire		7 jours de prise	28 jours de prise
1	2	1	»	»	1/3	40	150
2	2	1	»	»	1/3	45	170
3	2	»	1	»	1/2	135	230
4	3	»	1	»	1/3	85	130
5	2	»	»	1	1/2	85	190
6	3	»	»	1	1/3	70	120

Les essais 5 et 6 comparés respectivement aux essais 3 et 4 prouvent la bonne influence de la pulvérisation qui permet de réaliser une meilleure utilisation du ciment. Les essais 1 et 2 comparés à l'essai 3 montrent ce que l'adjonction de matière inerte fait perdre en résistance, la pulvérisation étant la même; enfin les essais 1 et 2, comparés à l'essai 5, montrent dans quelles conditions s'équivalent le ciment ordinaire et le sable-ciment employés dans des conditions identiques.

Des essais à l'écrasement faits sur des mortiers et des bétons ont donné des résultats analogues; comme les précédents, ils semblent prouver que par une meilleure pulvérisation, on peut sans inconvénient économiser la moitié du ciment. On remarquera seulement que la résistance s'acquiert un peu plus lentement, elle continue à augmenter pendant plus d'un an.

Ces bons résultats s'expliquent par ce fait que les particules étant plus fines, le nombre des vides est considérablement diminué et que le ciment étant réparti plus uniformément dans toute la masse, l'adhérence des parties se fait par un plus grand nombre de points et est par suite très augmentée. On vérifie, en effet, que la densité des produits ainsi obtenus est augmentée d'une façon notable.

CORRESPONDANCE

Soudure autogène des métaux.

MONSIEUR L'ADMINISTRATEUR-DÉLÉGUÉ DU *Génie Civil*,

J'ai lu avec beaucoup d'intérêt l'article de M. André BINET, paru dans le numéro du *Génie Civil* du 23 mai dernier, et cela d'autant plus que la question du soudage est à l'ordre du jour et que la plupart des grandes chaudronneries s'outillent puissamment pour remplacer dans bien des cas par de tels procédés les travaux de rivetage et leurs désavantages. Voulez-vous me permettre de vous présenter, en ma qualité d'abonné, quelques observations qui m'ont été suggérées par la lecture de l'article en question.

Je dois tout d'abord vous avouer ma surprise de n'avoir pas vu figurer, dans une étude générale sur la soudure autogène des métaux, le seul procédé ayant actuellement quelque envergure et dont on s'occupe tant à l'étranger et particulièrement en Allemagne et en Angleterre. Je veux parler du soudage par le gaz à l'eau, qui tend de plus en plus à remplacer le soudage au coke et qui s'applique à toutes les épaisseurs de tôles ou plaques, depuis celle de 3 millimètres jusqu'à 80 millimètres.

Les métaux auxquels on a le plus souvent à faire lorsqu'il s'agit de soudage, sont évidemment le fer ou l'acier, et c'est parce que le soudage de ces métaux nécessite le chauffage préalable des pièces sur une assez grande étendue que le gaz à l'eau trouve seul sa raison d'être : les autres procédés dont parle M. Binet et qui utilisent soit le gaz oxhydrique, soit le gaz oxyacétylénique, ne peuvent pas chauffer la pièce sur une étendue suffisante et, pour cette raison, leur application ne convient que pour le soudage de pièces d'épaisseurs très faibles. Bien plus, ces procédés exigent presque toujours l'apport par fusion d'un peu de métal étranger de même nature, dans lesquels cas la soudure n'est plus autogène.

M. Binet a parfaitement défini à quelles températures il suffit d'arriver pour obtenir la soudure autogène de la plupart des métaux usuels : pour le cuivre rouge, 1 050 à 1 200 degrés; pour l'acier, 1 300 à 1 400 degrés; pour le fer, 1 500 à 1 600 degrés; il est inutile de parler du platine, métal peu courant et pour lequel des méthodes particulières et coûteuses peuvent évidemment être justifiées. Or, puisque la température de combustion du gaz à l'eau brûlant simplement dans l'air froid dépasse 1 800 degrés, on peut se demander pourquoi il serait nécessaire d'employer des gaz à 5 francs, à 4 francs et même à 1 fr. 50 c. le mètre cube, en vue d'obtenir des températures de 2 500 degrés, de 3 300 et 4 000 degrés, alors qu'avec un gaz dont le mètre cube revient à quelques centimes on dépasse sans complication d'appareils les températures dont on a besoin.

Je signalerai simplement pour mémoire les inconvénients, au point de vue de la sécurité, qui peuvent résulter dans une usine de l'emploi de gaz comprimés dans des tubes, si résistants qu'ils soient, ou dissous dans des liquides, ou encore produits sur place dans des appareils munis d'interrupteurs pour éviter toute rentrée d'oxygène.

A mon avis, tous les procédés de soudage à haute température dont parle M. Binet sont beaucoup trop instantanés pour entrer dans la pratique courante. Sans doute, ils peuvent trouver une application dans les laboratoires ou même aux ateliers dans certains cas très particuliers, par exemple pour le soudage des petits objets minces, pour lesquels les tensions ne sont pas à craindre, mais surtout pour les réparations des défauts qui existent dans les moulages d'acier ou dans les pièces de forges, réparations qui ont pour but non pas d'augmenter la résistance du métal, mais de faire disparaître des irrégularités superficielles.

La récente exposition de Düsseldort l'a bien montré : lorsqu'il s'agit de faire réellement le soudage de pièces d'épaisseurs normales, comme dans la fabrication de réservoirs à air ou à gaz comprimés, de bouteilles à acide carbonique liquéfié, de foyers de chaudières lisses ou ondulés, de boîtes à eau et communications de générateurs, de poteaux de lampes électriques ou de trolleys, de mâts militaires pour vaisseaux de guerre, d'appareils sphériques ou cylindriques pour la cuisson ou le recuit, de bouées, de tubes avec ou sans brides, de tuyaux pour conduites de gaz ou d'eau sous pression, de tubes soudés en hélices, etc.. toutes pièces pour lesquelles on était généralement obligé jusqu'ici d'employer le rivetage, en raison des très gros inconvénients que présente le soudage au coke, c'est à un gaz bon marché et dont la température de combustion est élevée sans être exagérée, qu'il faut avoir recours.

Veuillez agréer, etc.

Émile DEMENGE,
Ingénieur metallurgiste

MONSIEUR L'ADMINISTRATEUR-DÉLÉGUÉ DU *Génie Civil*,

Vous avez bien voulu me communiquer la lettre que vous avez reçue de M. E. DEMENGE, relativement à l'article que j'ai fait paraître dans le *Genie Civil* du 23 mai dernier, et dans laquelle il s'étonne de ce que je n'aie pas fait figurer dans mon étude sur la soudure autogène des métaux, le procédé de soudage par le gaz à l'eau.

Je n'ignore pas l'existence de ce procédé, assez répandu à l'étranger, comme le dit fort bien M. Demenge, et reconnais volontiers qu'il paraît donner de bons résultats et se prêter à de nombreuses applications en métallurgie et spécialement dans la grosse chaudronnerie.

La méthode employée consiste à chauffer simultanément sur leurs deux faces, les deux tôles qu'il s'agit de souder, disposées *à recouvrement*. Dès qu'une certaine longueur du métal a été portée au blanc soudant, un martelage immédiat achève la soudure.

Ce procédé, malgré tout l'intérêt qu'il présente, ne m'a pas paru rentrer dans la catégorie de ceux que je me proposais d'étudier.

Il me suffira de rappeler les lignes ci-après de mon article du 23 mai, pour préciser ma pensée :

> On pourrait, à la rigueur, considérer comme rentrant dans cette catégorie (la soudure autogène) le soudage du fer à la forge; mais cette opération nécessite le *chauffage préalable des pièces* sur une assez grande étendue et ensuite un martelage très énergique...
>
> L'étude que nous allons faire, s'applique aux divers procédés, relativement récents, ayant pour objet d'obtenir la soudure de deux pièces métalliques en les *juxtaposant simplement et portant leurs bords en contact à la température de fusion du métal, de telle façon qu'elles ne forment plus qu'une seule pièce après refroidissement*. Ces procédés présentent en outre le grand avantage de permettre au besoin l'apport, par fusion, d'un peu de métal étranger de même nature.

Je crois en avoir assez dit pour expliquer pourquoi je n'ai pas cru devoir mentionner le procédé de soudage au gaz à l'eau, malgré le réel interêt qu'il présente pour des applications différentes de celles qui faisaient l'objet de mon article.

Je me suis, en effet, proposé d'étudier seulement les procédés de soudage à haute température, mais M. Demenge me permettra de ne pas partager son avis quand il exprime l'opinion que ces procédés seraient trop instantanés pour entrer dans la pratique courante. Pour ne parler que du procédé de soudage au chalumeau oxyacétylénique, les appareils que j'ai décrits brièvement ont déjà reçu de nombreuses applications, aussi bien dans des usines de première importance que dans de petits ateliers, et tout semble indiquer que le chalumeau oxyacétylénique deviendra d'un usage courant dans l'industrie métallurgique.

Les applications n'en sont pas, à beaucoup près, aussi restreintes que le pense M. Demenge et ne sont pas localisées, en ce qui concerne la construction, dans le soudage de petits objets minces. J'ai vu souder au chalumeau oxyacétylénique des pièces de 40 millimètres d'épaisseur et tout permet d'espérer qu'on ne s'arrêtera pas là. Rien n'empêche d'ailleurs de marteler les pièces après soudure, et même de les recuire pour égaliser les tensions si l'on en redoute.

Pour ce qui est du prix des gaz, il est certain que l'acétylène est, à volume égal, plus cher que le gaz à l'eau, mais, outre que son pouvoir calorifique est bien plus considérable, les frais d'une installation d'acétylène sont minimes et l'appareil facilement transportable, tandis que la fabrication du gaz à l'eau exige des appareils assez volumineux et d'un prix élevé.

Veuillez agréer, etc.

A. BINET,
Ancien élève de l'École Polytechnique.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 19 juin 1903.

Présidence de M. P. Bodin, Président.

I. — M. le Président proclame les lauréats du Prix Annuel et des Prix Gottschalk et Nozo :

Prix Annuel. — Ce Prix a été décerné à M. M. Dibos, pour ses travaux et études sur *le Sauvetage et le Renflouage des navires naufragés.*

Prix A. Gottschalk. — Ce prix, que la Société décerne pour la première fois, est spécialement réservé aux questions de mécanique industrielle. Il est attribué à M. Maurice Pelletier, Ingénieur de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est, pour ses travaux sur *l'Application des tiroirs cylindriques aux locomotives compound.*

Prix Nozo. — Ce Prix a été décerné à M. A. Gouvy, pour les nombreux travaux et études qu'il a présentés à la Société sur *la Question de la Métallurgie* depuis trois ans.

II. — M. Vattier expose les procédés mis en œuvre dans les dernières *expériences industrielles électrométallurgiques pour la fonte des minerais dans les fours électriques.* Ces expériences ont été exécutées en France. Il indique aussi les applications qui, à son avis, pourront être faites sur des minerais dont il se propose d'étudier les traitements électrométallurgiques.

III. — M. R. Soreau présente un *Procédé rapide de détermination des charges remorquées par les locomotives.*

Il établit d'abord la relation suivante entre les fonctions qui caractérisent un train et celles qui définissent ses conditions de marche :

$$\frac{c}{\sqrt{V}} = (P + p)[f(V) + i],$$

avec les valeurs suivantes :

P, poids du convoi remorqué en tonnes;
p, poids de la locomotive et du tender, en tonnes;
i, déclivité, en millimètres par mètre;
V, vitesse, en kilom. par heure;
f(V), résistance en kilogr. par tonne de train brut, en palier et en alignement droit; *f* est une fonction caractéristique expérimentale du type du train;
c, caractéristique expérimentale du type de la locomotive, résultant de l'égalité $c = F\sqrt{V}$, où F est l'effort moyen de traction en kilogrammes.

M. Soreau expose, sur cet exemple, la théorie qu'il a imaginée, il y a deux ans, pour les abaques à double alignement. Il arrive ainsi à la représentation suivante : une échelle rectiligne régulière pour chacune des variables P, *p*, *c* et *i*, une échelle curviligne pour V. Les échelles *p* et *c* servent uniquement à figurer chaque type de locomotive par un point. L'inconnue s'obtient très rapidement avec une règle et une équerre par le parallélisme de deux droites : ainsi, quand on se donne la locomotive (p, c), la vitesse V et la déclivité *i*, il suffit, pour avoir P, de mener par le point (p, c), une parallèle à la droite Vi.

Chaque Compagnie a pour *f*(V) ses formules particulières. Il suffit en pratique de prendre cinq formules, correspondant aux diverses sortes de trains. Une Compagnie peut donc, sur une feuille de papier, marquer ses divers types de locomotives par autant de points figuratifs, et ses divers genres de trains par cinq courbes dont les équations se déduisent des cinq formules *f*(V). Il est dès lors facile de résoudre tous les problèmes implicitement compris dans la relation ci-dessus : ainsi, on déterminera très vite le champ des charges et des vitesses les plus favorables en profil accidenté, en appliquant ce graphique à la méthode exposée récemment dans le *Génie Civil* (1) par notre collaborateur M. Barbier.

M. Soreau insiste sur l'avantage de ces applications graphiques de la Nomographie à la mécanique, et regrette qu'elles ne soient encore enseignées que dans certaines écoles techniques étrangères.

IV. — M. Métayer, présentant une communication sur les *Progrès de la sidérurgie allemande et l'Exposition de Düsseldorf en 1902*, cherche à dégager de cette grande manifestation industrielle un enseignement technique et, surtout, économique.

Bien que régionale, l'Exposition groupait les produits de toutes les usines des contrées allemandes où la production sidérurgique a atteint le plus d'intensité. Elle résumait donc l'état actuel de l'industrie du fer et de l'acier dans le pays entier.

L'examen du passé montre, par la comparaison avec l'évolution parallèle de la métallurgie dans les autres grands pays d'Europe et aux États-Unis, quel essor vigoureux ont donné à la sidérurgie allemande, la persévérance des Ingénieurs, secondés par les savants, aidés par les ressources du sol, par des capitaux considérables, et par un gouvernement particulièrement soucieux des problèmes économiques.

M. Métayer constate que l'Exposition de 1902 s'est élevée au berceau même de la métallurgie moderne; il fait l'historique des progrès généraux techniques accomplis, puis, après avoir comparé la production des différents pays de l'Europe et des États-Unis, il constate que, de tous les États d'Europe, la production sidérurgique de l'Allemagne présente l'augmentation proportionnelle la plus considérable et la progression la plus régulière.

Cependant une crise est venue interrompre en 1901 cet élan de prospérité. Brusquement, la guerre de Chine et la guerre Sud-Africaine arrêtent les exportations. Le marché de Russie se ferme; l'intensité du marché intérieur diminue, et les États-Unis préludent à une concurrence redoutable en Extrême-Orient. Cet ensemble de faits presque simultanés détermine le mouvement de crise, qui vient surprendre les usines en pleine activité, et provoque des troubles financiers, devenant une menace sérieuse pour l'industrie allemande. Heureusement, les grands syndicats de vente, dont nos voisins ont été les initiateurs en Europe, observent une modération qui devrait servir d'exemple.

De leur côté, les grandes usines réduisent progressivement leur production.

Enfin, une circonstance inattendue, et peut-être de brève durée, vient actuellement en aide aux métallurgistes allemands : les usines américaines, malgré leur énorme production, ne suffisent pas à la consommation intérieure, sans cesse croissante, du pays, et, pour leur part du moins, laissent aux Allemands les grands marchés extérieurs libres de toute concurrence.

Il est frappant de constater que c'est au cours de cette période critique que s'est ouverte l'Exposition de Düsseldorf.

Au point de vue technique, elle précise, avec notre Exposition Universelle de 1900, les progrès réalisés par l'industrie sidérurgique au cours de ces dernières années.

Ces progrès s'affirment par la substitution de l'acier au fer puddlé, par la création des aciers spéciaux et par l'application des découvertes scientifiques au traitement thermique des pièces d'acier. Cependant, il convient de constater que cette victoire de l'acier n'a pas supprimé l'usage du fer d'une façon absolue.

Au point de vue économique, l'Exposition de Düsseldorf reflète l'extraordinaire engouement de l'Allemagne, dans ces dix dernières années, pour les entreprises industrielles sidérurgiques.

Il apparaît que les métallurgistes allemands, frappés par l'expansion impressionnante de la métallurgie aux États-Unis, se sont efforcés de modeler sur eux leur propre développement, sans se rendre suffisamment compte que les besoins sont limités chez eux, alors qu'en Amérique ils ne le sont pas encore. La prospérité actuelle de la métallurgie américaine, contrastant avec la crise générale de la métallurgie en Europe, en est une preuve évidente.

Pour favoriser leur exportation, les Allemands ont créé chez eux de puissants réseaux de chemins de fer et de voies fluviales. Ils ont agrandi ou amélioré leurs ports sans compter : de 1891 à 1901, plus de 235 millions ont été dépensés pour le port de Hambourg et plus de 175 millions pour celui de Brême. A l'extérieur, ils ont fondé des comptoirs sur le modèle des établissements anglais ou belges et les produits exportés bénéficient de véritables primes déguisées à l'exportation.

M. Métayer, s'inspirant de cette expérience de nos voisins, montre que l'avenir des usines françaises n'est pas dans une extension immodérée de leur production, ni dans la fabrication de pièces démesurée pour les besoins de la construction, mais dans l'amélioration sans cesse poursuivie des qualités d'homogénéité et de résistance des pièces d'acier livrées au commerce. On obtiendra facilement ce résultat par l'application des plus récentes découvertes scientifiques, qui sont d'ailleurs très souvent d'origine française.

A. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 16, p. 247.

Académie des Sciences.

Séance du 22 juin 1903.

Astronomie. — *Sur la structure et l'histoire de l'écorce lunaire. Observations suggérées par le septième fascicule de l'atlas photographique de la lune;* par MM. Loewy et P. Puiseux.

Les détails des photographies prises au moment de la pleine lune ont souvent souffert d'un excès de pose. Grâce aux perfectionnements introduits par les auteurs, on a évité les contrastes excessifs des images focales, en répartissant la pose proportionnellement à la luminosité respective des diverses régions.

La confrontation des paysages lunaires, pris sous des éclairements différents et même opposés, offre au sélénographe une sécurité d'interprétation incomparable. On voit, par exemple, que les mers se distribuent avec une certaine symétrie de part et d'autre de deux grands cercles, marqués tous deux par un alignement de foyers volcaniques. Les directions ainsi dessinées ne sont ni celle d'un méridien, ni celle de l'équateur actuel.

On voit aussi, par la fréquence relative des taches blanches, que les bouches éruptives couronnent presque partout les limites des continents et s'entourent d'auréoles qui sont l'indice de dépôts de cendres. Ces dépôts, bien qu'inégalement répartis sur la lune, sont très fréquents, et aucune région un peu étendue n'y a complètement échappé; c'est l'indice d'une intensité du volcanisme lunaire bien supérieure à celle qui a jamais existé sur la terre.

Les auteurs déduisent aussi de l'étude de l'atlas photographique lunaire d'intéressantes remarques sur la nature et la propagation des traînées, sur leur âge relatif, sur l'absence d'eau courante, sur la succession des grands cataclysmes, etc.

Chimie analytique. — *Sur le dosage du vanadium dans les alliages.* Note de M. Paul Nicolardot, présentée par M. Henri Moissan.

L'emploi de plus en plus fréquent du vanadium en sidérurgie rend intéressants les procédés de dosage rapides et précis de cet élément.

Les aciers et les fers au vanadium laissent, après l'attaque par les acides sulfurique ou chlorhydrique, un résidu noir formé notamment de carbone graphitique, de silice et d'un peu de vanadium. Or, si l'on évite toute cause d'oxydation, le vanadium reste tout entier dans le résidu à l'état métallique; la moindre trace n'en subsiste, ni dans la liqueur surnageante, ni dans les gaz produits pendant l'attaque. Ceci permet de doser le vanadium dans les alliages qui s'attaquent facilement par l'acide chlorhydrique. Pour éviter le plus possible les causes d'oxydation, il convient d'attaquer par l'acide chlorhydrique, et de ne l'employer qu'en quantité juste suffisante pour dissoudre tout l'alliage.

M. Nicolardot expose le mode opératoire adopté, suivant qu'il s'agit d'alliages facilement attaqués ou non par l'acide chlorhydrique. Dans ce dernier cas on traite d'abord l'alliage par l'acide nitrique et, s'il y a lieu, on sépare le cuivre par électrolyse en solution nitrique.

Chimie minérale. — *Préparation des carbures et des acétylures acétyléniques par l'action du gaz acétylène sur les hydrures alcalins et alcalino-terreux.* Note de M. Henri Moissan.

Lorsqu'on fait arriver un courant de gaz acétylène sur de l'hydrure de potassium (sous forme d'une neige blanche produite par un feutrage de petits cristaux), maintenu à la température de 100 degrés, on constate qu'une réaction bien nette se produit. Si l'on recueille le gaz acétylène qui a séjourné sur cet hydrure, on peut établir qu'il contient de l'hydrogène en le traitant par une solution de sous-chlorure de cuivre ammoniacal. Après séparation de l'acétylène, le gaz restant brûle avec une flamme incolore, et sa combustion par l'oxygène, dans l'eudiomètre, indique qu'il est formé d'hydrogène pur.

L'examen du résidu montre qu'il s'est formé dans cette réaction un acétylure acétylénique de potassium, déjà signalé par M. Berthelot et que M. Moissan a préparé à l'état de pureté par l'action de l'acétylène sur les métaux-ammoniums. M. Moissan a obtenu des résultats analogues en opérant sur les hydrures de rubidium, de cœsium, de calcium.

En résumé, à 100 degrés, les hydrures alcalins et alcalino-terreux réagissent sur le gaz acétylène en produisant des acétylures acétyléniques avec mise en liberté d'hydrogène. Il suffit de chauffer dans le

Digitized by Google

vide l'acétylure acétylénique pour lui enlever, par dissociation, le groupement acétylène et obtenir le carbure correspondant. C'est un nouveau procédé de préparation des carbures alcalins et alcalino-terreux.

Électrochimie. — *Piles à deux liquides : forces électromotrices, condensations, transformation d'énergie aux électrodes* ; par M. BERTHELOT.

L'auteur, généralisant les résultats de ses expériences sur les piles à deux liquides, examine :

1° La force électromotrice développée au contact de deux liquides. Il a déjà établi la généralité de la formule $E = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$ (1) ;

2° Les variations de potentiel observables sur une pile, à circuit ouvert ou fermé, et attribuables à une condensation, dépendant à la fois de la vitesse des réactions et de la capacité électrique des systèmes, et au changement progressif, fort lent en général, de composition des deux liquides qui réagissent l'un sur l'autre, notamment lorsqu'ils sont mis en rapport par l'intermédiaire d'une paroi poreuse ;

3° Les transformations d'énergie par les électrodes, qui jouent alors le rôle de transformateurs, en modifiant la grandeur de la force électromotrice développée par ces actions chimiques. C'est ce qui résulte de la valeur des forces que l'auteur a constatées avec des électrodes inaltérables (platine, palladium, or, presque toujours inaltérables). Dans ces transformations de potentiel, il est probable que les proportions relatives entre les énergies voltaïque, chimique, calorifique, sont changées, suivant la nature des électrodes. En tout cas, il se produit ici quelque chose d'analogue aux phénomènes où l'intensité lumineuse, et plus généralement les intensités de radiation sont modifiées par la réflexion ou par le passage à travers certains corps ou certains milieux.

Dans tous les cas de ce genre, il peut y avoir élévation de potentiel, avec diminution de l'énergie transmise.

Hydrodynamique. — *Sur le débit, en temps de sécheresse, d'une source alimentée par une nappe d'eaux d'infiltration.* Note de M. J. BOUSSINESQ.

Lorsqu'un sol perméable, reposant sur un sous-sol imperméable, a ses couches supérieures soumises à la pression atmosphérique constante de l'air et ses couches inférieures imprégnées d'eau, et que, d'ailleurs, celle-ci, occupant les interstices des grains sablonneux des couches inférieures, se trouve animée de lents mouvements suivant une direction générale, susceptible de changer peu à peu avec le temps, les interstices contigus assez bien alignés suivant cette direction pour permettre un écoulement appréciable, deviennent des tubes de transpiration. Quant à l'eau emmagasinée entre deux tubes de transpiration voisins, dans les interstices dont les ouvertures sont disposées suivant les directions perpendiculaires, et qui reste à peu près immobile, elle a, dans le mouvement, le rôle capital de transmettre la pression d'un tube à l'autre et, par suite, de rendre solidaire dans tous l'écoulement.

Tel est le point de départ de la théorie mathématique développée par M. Boussinesq sur le débit de la source alimentée par ces eaux d'infiltration, dans les conditions qu'il définit.

Paléontologie humaine. — *Les peintures de la grotte d'Altamira (Espagne)*. Note de MM. E. CARTAILHAC et l'abbé H. BREUIL.

La grotte d'Altamira, près Santillana del Mar, province de Santander, signalée dès 1880 comme renfermant des débris de l'âge de la pierre et des peintures d'animaux, vient d'être explorée complètement par les auteurs.

La région appartient au calcaire crétacé ; son aspect indique une grande circulation souterraine des eaux. Une série d'éboulements a ouvert la première partie de la caverne actuelle, qui se prolonge par des galeries étroites. Les traces d'habitation préhistorique sont considérables et localisées à l'entrée. Là aussi sont accumulées les peintures et les gravures ; de nombreux animaux sont figurés en noir et en rouge ; les plus grands sont remarquables par les teintes et les reliefs donnés aux membres. Ce sont des bisons, des sangliers, des chevaux, des biches, des cerfs. On voit aussi quelques silhouettes humaines vaguement esquissées.

On peut dater ces œuvres par l'étude du gisement sous-jacent et par la comparaison avec celles des grottes françaises (la Mouthe, Marsoulas, Font-de-Gaume, etc.).

A. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 4, p. 62. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Le chemin de fer interurbain de Seattle à Tacoma (États-Unis). — Le *Street Railway*, du 2 mai, donne une description détaillée de cette ligne, dont la longueur totale est de 58 kilom., et qui est alimentée électriquement, partie par troisième rail, partie par trolley.

La voie est établie en rails de 35 kilogr. Le troisième rail pèse 49 kilogr., et est posé sur un isolateur toutes les cinq traverses.

L'usine génératrice, située à Park Street, comprend deux alternateurs diphasés de 1 600 kilowatts, actionnés par machines cross-compound de 2 500 chevaux. Le courant diphasé à 2 200 volts est transformé en 25 000 volts triphasés pour être envoyé à trois sous-stations, situées à Georgetown, Kent et Milton. Chacune des sous-stations renferme les transformateurs et convertisseurs nécessaires pour fournir le courant continu à 600 volts ; les convertisseurs sont formés d'un moteur asynchrone diphasé, actionnant une génératrice à courant continu. Une batterie-tampon est installée dans chacune des sous-stations.

Le matériel roulant comprend cinq voitures mixtes à voyageurs et bagages, dix voitures à voyageurs, et une locomotive électrique pouvant remorquer un train de 275 tonnes à la vitesse de 20 kilom. à l'heure en palier.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Industrie du borax et de l'acide borique. — M. E. CAPELLE examine, dans la *Revue générale de Chimie pure et appliquée*, du 3 mai, l'état actuel de l'industrie du borax et de l'acide borique. Après quelques mots sur l'historique de ce corps, qui est signalé en Chine, deux mille ans déjà avant notre ère, comme servant à souder les métaux, l'auteur passe en revue les minerais de l'acide borique ainsi que leurs gisements.

Traitant ensuite de l'origine du borax, il se range aux dernières théories émises par MM. Dieulafait et Bechi.

D'après M. Bechi, les centres de production actuels de l'acide borique sont toujours en contact immédiat avec des roches serpentines, qui contiennent de la chalcopyrite et de l'azote en quantité appréciable. La formation du borate de soude aurait lieu par une réaction secondaire de l'acide borique des soffioni sur le carbonate de soude des sources salines.

Pour les dépôts de borate de chaux ou de magnésie d'origine marine, M. Dieulafait les explique par simple concentration ; en effet, il a constaté que l'eau de mer contient toujours de l'acide borique et que celui-ci se concentre, en se combinant dans les dernières eaux-mères ; c'est ce qui a dû se passer pour la formation de la boracite de Stassfurt, puisque cet immense dépôt salin est le résultat de l'évaporation des eaux de la mer.

Quant à la formation du borate de chaux d'Asie Mineure, on pense que les vapeurs d'acide borique des anciens soffioni ont d'abord décomposé le calcaire avoisinant pour faire du borate de chaux. Puis celui-ci aurait été attaqué par les vapeurs d'eau saturées d'hydrogène sulfuré et décomposé en partie, pour former ces cônes de gypse englobant le borate de chaux non décomposé, que l'on trouve actuellement disséminés dans le sulfate de chaux.

L'auteur étudie ensuite les traitements industriels que l'on fait subir aux produits naturels ainsi que les procédés utilisés pour le titrage de l'acide borique dans les borates industriels. Il termine sa note, après avoir indiqué les principaux usages du borax, par quelques renseignements statistiques sur sa production.

HYGIÈNE

Analyse chimique et biologique des eaux. — M. JOLLES examine, dans le numéro du 29 mai de la *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur-Vereines*, les progrès récents de l'analyse des eaux, au double point de vue chimique et biologique.

Après avoir fait remarquer, par quelques exemples, l'importance de la composition chimique de l'eau suivant les usages auxquels on la destine, il passe en revue les principales substances nuisibles répandues par les fabriques dans leur voisinage : arsenic, des fabriques de fuchsine, d'aniline et d'acide sulfurique (par suite de l'emploi de pyrites arsénifères) ; cyanures des usines de galvanoplastie, et généralement des ateliers où l'on traite les métaux précieux, etc.

Les produits azotés provenant des décompositions organiques : acide nitrique, salpêtre, ammoniaque, sont un indice important de la viciation des eaux qui les renferment, ils proviennent de substances organiques en putréfaction que le terrain n'a pu assimiler complètement.

La teneur en chlorure de sodium présente aussi une grande importance ; s'il ne provient pas de la formation géologique ou du voisinage de la mer, il dénote la présence de résidus de l'économie domestique dont il faut se méfier. C'est le rôle de l'analyse biologique d'indiquer le danger de ces résidus quand ils renferment des germes de maladies contagieuses transmissibles par l'eau.

L'examen microbiologique d'une eau consiste à dénombrer les bactéries qu'elle renferme par centimètre cube, et à reconnaître les bactéries pathogènes. M. Jolles rappelle les méthodes usuellement employées dans ce but et discute le degré de certitude qu'elles peuvent donner, notamment en ce qui concerne la présence des bacilles les plus dangereux : ceux de la fièvre typhoïde et du choléra.

Il examine ensuite les méthodes de purification actuelles : filtration, stérilisation par la chaleur, purification électrique et purification chimique, par le brome en particulier. La purification microbienne, qui s'effectue d'elle-même quand les eaux contaminées sont abandonnées assez longtemps à l'action de l'air et des microorganismes, ne suffit plus aujourd'hui, en raison de l'extension et du rapprochement des villes ; on est conduit à l'opérer artificiellement dans des bassins (septic tanks), dans des filtres à sable, ou sur des champs d'irrigation, qui paraissent le moyen le plus efficace.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Progrès réalisés dans l'industrie du ciment de laitier. — L'*Engineering News*, du 28 mai, publie un résumé des parties les plus intéressantes du mémoire lu par M. C. DE SCHWARTZ, à la dernière réunion de l'Iron and Steel Institute, et qui a trait aux derniers progrès réalisés dans la fabrication du ciment de laitier et aux propriétés et qualités de ce ciment, comparées à celles du ciment Portland ordinaire.

L'industrie du ciment de laitier semble appelée à un très grand succès, tant en raison de ses qualités qui se sont beaucoup améliorées dans ces dernières années, qu'en raison des conditions très économiques de sa fabrication. La puissance motrice est, en effet, fournie à bon marché par l'utilisation des gaz du haut fourneau dans les moteurs à explosion ; d'autre part, les déchets et menus de coke, qui ne peuvent être utilisés dans les opérations métallurgiques, trouvent emploi dans le chauffage des fours à ciment ; enfin, les matières premières donnent 80 °/₀ de leur poids de ciment, tandis que les matières naturelles crues pour ciment Portland ordinaire ne donnent que 60 °/₀ avec la même dépense en combustible et en main-d'œuvre.

La composition et les propriétés sont d'une constance remarquable, résultant du soin avec lequel on conduit le haut fourneau dont l'allure doit toujours être la même ; le ciment de laitier trouve un emploi particulier dans certains travaux en eau de mer ou en eaux douces très sulfatées. Sa dureté et sa résistance à la traction et à l'écrasement sont également supérieures à celles du ciment ordinaire, comme l'attestent les essais suivants faits au laboratoire municipal de Vienne, sur un mortier à 3 de sable pour 1 de ciment.

	Charge de rupture par centimètre carré	
	à la traction	à la compression
	kilogr.	kilogr.
Après sept jours de prise.	27	273
Après vingt-huit jours de prise . .	39	380

MÉCANIQUE

Comparaison entre les appareils auxiliaires à vapeur et électriques dans les stations centrales. — L'*Electrical Review*, du 23 mai, reproduit une étude de MM. TAITE et DOWNE dans laquelle ils s'at-

Digitized by Google

tachent à démontrer l'importance qu'il y a à actionner électriquement tous les appareils auxiliaires des stations centrales : pompes à air, pompes alimentaires, appareils de chauffe automatique, élévateurs, etc.

L'un des avantages importants qui en résultent est de permettre un contrôle facile de la consommation ; à la station de Salford, on a trouvé que la puissance ainsi absorbée est de 8,3 à 6,5 °/₀ de la puissance totale produite.

Les auteurs citent des expériences faites sur des pompes alimentaires à vapeur, où le rendement a été de 49ᵏᵍ1 d'eau par kilogramme de vapeur, alors que les pompes électriques ont donné 108 à 147 kilogrammes d'eau par kilogramme de vapeur. Cette économie compense largement l'excédent de prix des pompes électriques. Au point de vue de la sécurité et de l'entretien, les deux systèmes sont comparables.

NAVIGATION

Les canaux de la région des lacs, en Russie. — M. Romanow étudie, dans l'*Oesterreichische Wochenschrift*, du 16 mai, les voies de communication naturelles formées en Russie par les fleuves et les lacs, et rappelle à quelles difficultés se heurtait la navigation intérieure, jusqu'au début du XVIIIᵉ siècle ; le commerce, qui avait surtout pour objectif la ville de Nowgorod, était entravé à la fois par l'interruption des voies navigables entre les différents bassins et par les exigences du pouvoir.

Pierre le Grand, dès qu'il eut fondé Saint-Pétersbourg, sentit la nécessité de relier la Baltique au Volga et, dès 1703, commença le canal de la Zna à la Twersa, qui fut suivi plus tard du canal du lac Ladoga, et, au siècle dernier seulement, du canal qui contourne le lac Ilmen, et du canal de la Wischera.

L'auteur mentionne le développement progressif du réseau navigable sous les règnes de Catherine II, Alexandre Iᵉʳ et Alexandre II, qui ont donné leurs noms à plusieurs canaux.

Il montre combien ce réseau, permettant enfin de transporter les produits agricoles, les poissons du bassin du Volga, les bois, était encore imparfait par suite des irrégularités de profondeur, des chômages imprevus et prolongés, des obstructions produites par l'échouage de bateaux trop chargés. Le remorquage à vapeur était à peine employé ; la traction par chevaux et par hommes était la règle générale, elle était très pénible en raison du mauvais état des chemins de halage et de l'insalubrité des marais qui les environnaient ; aussi les premières lignes de chemins de fer absorbèrent-elles une grande partie du trafic.

Il était d'autant plus indispensable d'améliorer cet état de choses que, depuis l'introduction de la navigation à vapeur sur le Volga, les deux mois de voyage entre Rybinsk et Pétersbourg constituaient sur l'ensemble du voyage un retard important, et causaient une forte majoration du prix des marchandises rendues à Pétersbourg. Les travaux, notamment la création et la réfection de nombreuses écluses, nécessaires pour permettre aux bateaux d'arriver dans cette ville et de regagner le Volga dans la même période navigable, furent décidés et exécutés de 1890 à 1896. Il parait, néanmoins, que le tirant d'eau est encore insuffisant, au milieu de l'été et que, les vapeurs du Volga étant trop grands pour passer dans les écluses, l'amélioration du remorquage reste insignifiante.

M. Romanow ajoute quelques détails sur le canal du duc Alexandre de Wurtemberg qui relie la Scheksna à la Dwina, et termine en indiquant l'importance du trafic et les diverses sortes de marchandises transportées sur le réseau des canaux, notamment pendant l'année 1897.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

La réfrigération à bord des navires. — L'*Engineer*, du 24 avril, reproduit une communication qu'a faite M. R. Balfour à l'Institution of Naval Architects, relativement aux dispositifs adoptés à bord des navires destinés à transporter des substances alimentaires maintenues à basse température. Ce mode de transport a pris une grande extension, et il existe actuellement 157 navires anglais, construits ou en construction, qui sont pourvus d'appareils réfrigérants. Quelques-uns peuvent contenir 130 000 moutons.

Trois systèmes de réfrigération sont d'un emploi général.

Dans les appareils à air comprimé, l'air pris dans les chambres passe dans des compresseurs, puis est refroidi à la température de l'eau de mer, et enfin détendu dans une machine qui contribue à actionner les compresseurs. Sa température se trouve ainsi abaissée, et on le renvoie aux chambres par des conduites en bois.

Dans les appareils à ammoniaque, le gaz provenant de serpentins évaporateurs est envoyé dans un condenseur où il se liquéfie à une température voisine de celle de l'eau de mer ; on le renvoie ensuite à l'évaporateur, qui emprunte la chaleur de vaporisation à de l'air qu'on fait ensuite circuler, par des ventilateurs dans les chambres de réfrigération.

Les appareils à acide carbonique fonctionnent de la même façon, avec cette différence que la chaleur d'évaporation est généralement fournie par une solution de chlorure de calcium, qu'on fait ensuite passer dans des serpentins situés dans les chambres.

Après avoir exposé les avantages et les inconvénients des divers systèmes, l'auteur entre dans quelques détails au sujet de la construction des chambres réfrigérantes, notamment en ce qui concerne leur isolement ; il attire l'attention sur l'importance qu'il y a à ventiler les chambres et la cale.

Ouvrages récemment parus.

La Seine maritime. Étude sur l'importance économique du port de Rouen, par L. Sekutowicz, Ingénieur des Arts et Manufactures. — Un volume in-8° de 141 pages, avec 56 figures dans le texte et 2 pl. hors texte. — Publications du *Génie Civil*. — Prix : 5 francs.

Nos lecteurs ont certainement remarqué les intéressantes études publiées dans le *Génie Civil* par M. Sekutowicz sur la Seine maritime (1), c'est-à-dire sur la partie de ce fleuve comprise entre Rouen et la mer.

L'auteur vient de réunir en une brochure les notes ainsi publiées, mais en les complétant par des documents inédits qui n'avaient pu trouver place dans les colonnes du *Génie Civil*, tant à cause de leur longueur que de leur caractère trop spécial. Il en a profité pour classer méthodiquement les matières contenues dans son ouvrage qui comprend trois parties, plus une série d'annexes importantes.

Dans la première partie, M. Sekutowicz s'occupe spécialement de la Seine maritime ; il fait l'historique des travaux d'amélioration qui y ont été exécutés et donne quelques détails sur ceux actuellement en cours d'exécution.

Le seconde partie est consacrée au port de Rouen et contient la description de l'outillage de ce port et l'exposé des travaux projetés pour son agrandissement.

Enfin, dans la troisième partie, M. Sekutowicz étudie l'importance économique du port de Rouen. Il montre quel a été le développement de la navigation dans ce port et quels sont les mouvements de marchandises qui s'y effectuent.

Quant aux annexes, elles sont constituées, d'une part, par une note sur les dragages exécutés dans l'estuaire de la Seine et, d'autre part, par de nombreux tableaux relatifs au commerce et au mouvement des marchandises dans le port de Rouen.

Les Usages industriels de l'Alcool, par D. Sidersky (*Encyclopédie industrielle*). — Un volume in-16 de 410 pages, avec 92 figures. — Baillière, éditeur, Paris, 1903. — Prix : cartonné, 5 francs.

La crise récente de la distillerie agricole, causée par la mévente de l'alcool et l'impossibilité d'en augmenter la consommation de bouche, a attiré l'attention générale sur les débouchés industriels de l'alcool. C'est en 1900 seulement qu'on a pu obtenir quelques mesures facilitant ces emplois industriels, et les résultats actuels sont assez satisfaisants pour qu'il soit intéressant de jeter un coup d'œil d'ensemble sur l'éclairage, le chauffage, la force motrice et l'automobilisme par l'alcool, les industries chimiques, où il trouve son emploi, les questions économiques et fiscales qui le concernent.

C'est ce qu'a fait M. Sidersky, dans l'ouvrage auquel la Société des Agriculteurs de France vient de décerner son grand prix agronomique. Chacune de ces questions y est méthodiquement exposée avec une documentation puisée aux sources les plus récentes. Les lois et décrets qui régissent la dénaturation et l'emploi de l'alcool sont reproduits dans le dernier chapitre de ce volume.

(1) Voir le *Génie Civil* t. XLI. nᵒˢ 12. 13. 14 et 15, p. 181. 197, 221 et 236, et t. XLII, nᵒ 16, p. 241.

INFORMATIONS

Concours pour une enveloppe protectrice contre la projection des éclats, au cas de rupture de meules.

Lorsqu'une meule en composition éclate pendant sa marche, ses fragments sont projetés avec une violence d'autant plus grande que la vitesse de cette meule est plus considérable. Si les éclats ainsi projetés rencontrent des personnes, ils les blessent, quand ils ne les tuent pas.

Quelles que soient les précautions prises dans la fabrication de la meule et dans son emploi, on n'est jamais absolument certain que l'éclatement de cette meule ne se produira pas. Bien qu'aux termes du décret du 10 mars 1894 on doive prendre autant que possible des dispositions telles qu'aucun ouvrier ne soit habituellement occupé à un travail quelconque dans le plan de rotation ou aux abords immédiats d'un volant, d'une meule ou de tout autre engin pesant et tournant à grande vitesse, il importe néanmoins de protéger efficacement contre les risques qui résultent de l'éclatement le meuleur lui-même et les ouvriers voisins.

L'*Association des Industriels de France* ouvre un concours pour une enveloppe protectrice qui devra remplir les conditions suivantes :

1° S'appliquer au cas d'une meule montée entre deux paliers et non pas à une meule montée en porte à faux ;

2° Empêcher la projection des éclats dans l'atelier ;

3° Ne pas gêner l'exécution du travail, quelle que soit la partie de la meule sur laquelle ce travail doive s'effectuer ;

4° L'efficacité du protecteur ne devra pas diminuer par le fait de l'usure de la meule ;

5° Il devra pouvoir s'adapter facilement aux divers types de bâtis de meule ;

6° Il sera d'un prix suffisamment modéré pour en faciliter l'emploi.

Les concurrents devront faire parvenir, avant le 1ᵉʳ décembre 1903, au Président de l'Association, 3, rue de Lutèce, à Paris, une notice descriptive très complète de la disposition qu'ils présentent au concours, avec dessins à l'appui.

Les concurrents dont les appareils seront retenus par la Commission pour être soumis aux épreuves pratiques devront fournir deux appareils. L'un sera monté, par leurs soins et à leur frais, dans l'atelier qui leur sera désigné, pour fonctionner en service courant pendant une quinzaine de jours. L'autre sera destiné à un essai de résistance à une rupture de meule.

La Commission spéciale chargée de l'examen et du classement des appareils fera son rapport au Conseil de Direction, qui pourra décerner un prix de 1 000 francs au candidat placé au premier rang ou diviser cette somme suivant le mérite des appareils.

Concours de carburants organisé par l'Automobile-Club de France.

Sous le patronage de l'Automobile-Club de France, un concours international est organisé entre les fabricants de carburants pour moteurs à mélange tonnant.

Ce concours, qui avait été déjà annoncé précédemment et n'avait pu avoir lieu à l'époque prévue, s'ouvrira le 15 juillet 1903, au Laboratoire de l'A.C.F., 128, rue du Bois, à Levallois-Perret (Seine).

Les essais seront faits, pour tous les carburants présentés, sur deux moteurs de types différents ; ils porteront sur deux points :

a) Consommation par kilowatt-heure avec différentes vitesses ;

b) État des divers organes après une marche de dix heures consécutives et une nuit de repos sans aucun nettoyage.

Un rapport détaillé de ces essais sera rédigé par la Commission technique de l'A. C. F.

Le Gérant : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 11. N° 1100. Samedi 11 Juillet 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro :** 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Enseignement :** Le Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers, p. 161 ; A. Dumas. — **Métallurgie :** Fabrication des essieux en acier comprimé *(planche XI)*, p. 166. — **Mines :** Haveuses mécaniques employées dans les mines de houille *(suite)*, p. 170; J. Rosset. — **Photographie :** Notes sur quelques procédés de développement. Révélateurs à la métoquinone, p. 171 ; P. Bardy. — **Variétés :** Appareil à inhalation d'oxygène, p. 173; — Meules à affûter à immersion variable, p. 173; — Chargement du charbon sans production de poussier, p. 173.

Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (29 juin 1903), p. 174.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 175; — Ouvrages récemment parus, p. 176.

Planche XI : Installation pour la fabrication des essieux en acier comprimé.

ENSEIGNEMENT

LE LABORATOIRE D'ESSAIS
du Conservatoire des Arts et Métiers.

Le 1er juillet, le Président de la République a inauguré le Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers, ainsi que l'Office national de la propriété industrielle installé dans le même établissement.

Nous rappellerons seulement que cet office, destiné au service des Brevets d'invention et des Marques de fabrique, avait été réorganisé à la suite de la Convention internationale du 20 mars 1883 pour la protection de la propriété industrielle et qu'il avait été d'abord installé dans les bâtiments du Ministère du Commerce et de l'Industrie, rue de Varenne. Il a été transféré au Conservatoire des Arts et Métiers, le 1er octobre 1901 et le *Génie Civil* a déjà signalé les conditions nouvelles dans lesquelles ce service fonctionne maintenant (1).

Quant au Laboratoire d'essais, il a été réellement créé par le décret, en date du 19 mai 1900, qui a investi le Conservatoire des Arts et Métiers de la personnalité civile.

On sait que cet établissement, installé en 1799, dans l'ancien prieuré de Saint-Martin-des Champs, a été créé par la Convention, en 1794, et qu'il ne fut d'abord qu'un « musée industriel », c'est-à-dire un dépôt de machines, modèles et outils auquel étaient attachés trois démonstrateurs. En 1819, on commença à lui adjoindre trois cours publics et gratuits de sciences appliquées : mécanique, chimie et économie industrielle. Peu à peu le nombre de ces cours s'augmenta, et il est aujourd'hui de plus de vingt.

Les collections diverses ont également acquis un développement très important, grâce aux libéralités des inventeurs et constructeurs. Le

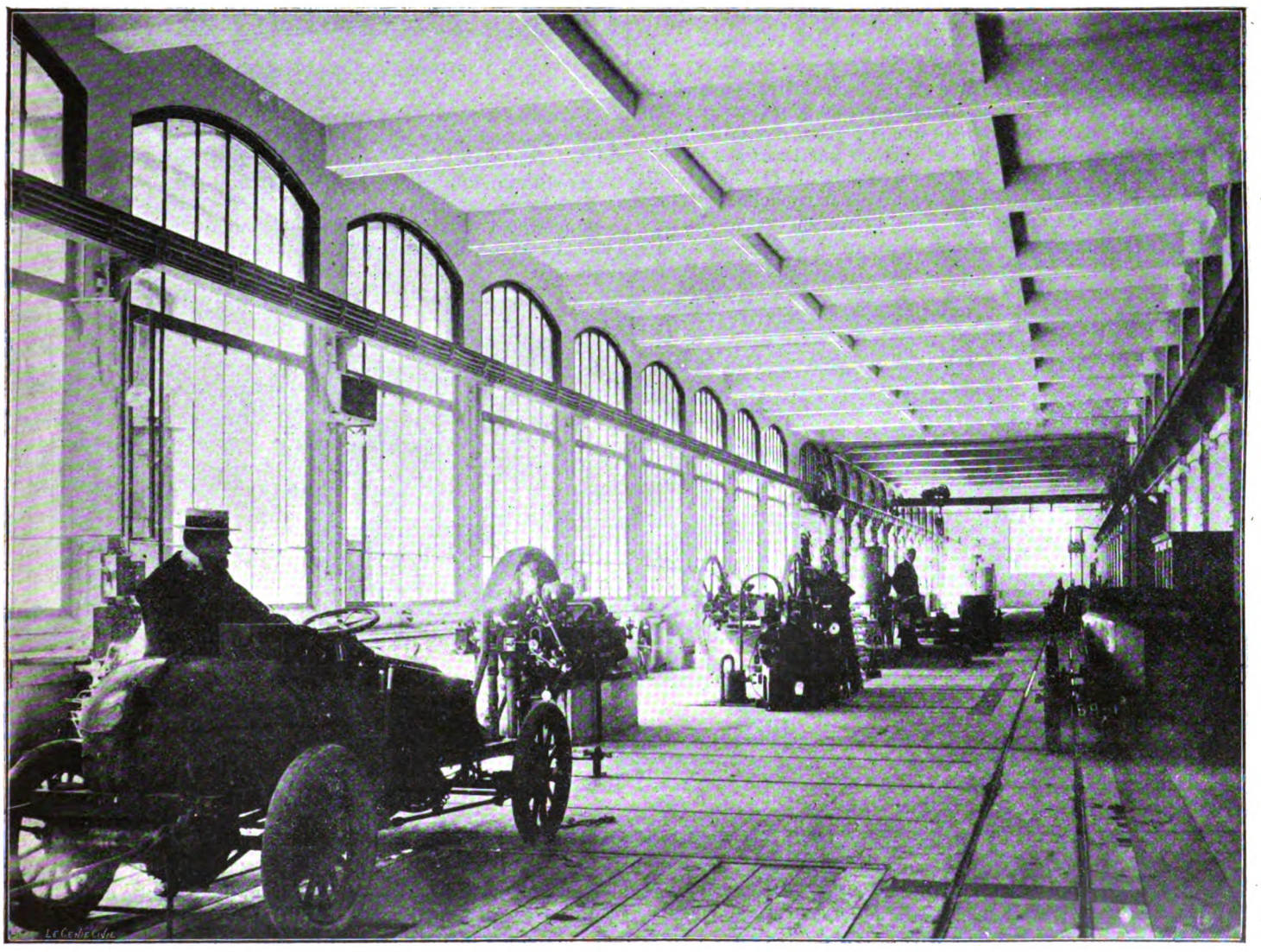


Fig. 1. — Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers : Vue de la grande salle des machines.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XXXIX, n° 14, p. 184, et n° 20, p. 328.

Digitized by Google

nombre des objets contenus dans ces collections s'élève, actuellement, à environ dix mille.

Tel qu'il était jusqu'ici, le Conservatoire des Arts et Métiers, avec ses cours professés par des hommes éminents, constituait, suivant une expression du général Morin, une véritable *Sorbonne industrielle*. Les deux institutions nouvelles dont il vient d'être doté, augmentent encore considérablement les services qu'il pourra rendre à l'industrie.

Ces deux institutions devront d'ailleurs fonctionner, au moins en

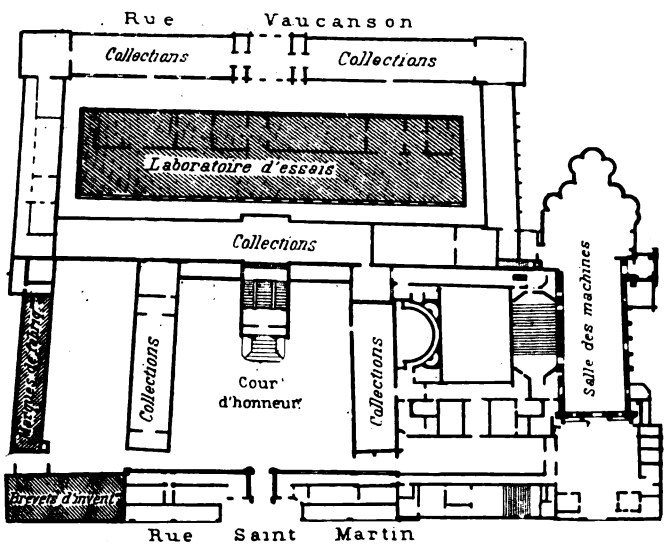


FIG. 2. — Plan général du Conservatoire des Arts et Métiers.

partie, avec leurs propres ressources, c'est-à-dire vivre, en quelque sorte, du produit des travaux qu'elles effectueront pour le public. C'est en vue de faciliter ce fonctionnement que la personnalité civile a été donnée au Conservatoire des Arts et Métiers par le décret précité. D'après ce décret, cet établissement est représenté par un Conseil d'administration nommé par le Président de la République sur la proposition du Ministre du Commerce et de l'Industrie.

Le Laboratoire d'essais et l'Office de la propriété industrielle ont été définitivement organisés par une loi et un décret en date du 9 juillet 1901, à la suite d'une convention passée, le 13 juin 1901, entre le Ministre du Commerce et de l'Industrie, le Conservatoire des Arts et Métiers et la Chambre de Commerce de Paris.

Cette dernière institution s'est, en effet, vivement intéressée à l'installation de l'Office de la propriété industrielle et du Laboratoire d'essais et, pour la faciliter, elle s'est engagée, notamment, par ladite convention, à rembourser sous forme d'une annuité de 55 000 francs, l'emprunt de 1 300 000 francs, qu'a dû faire le Conservatoire pour construire de nouveaux bâtiments et compléter son outillage. D'autre part, par cette même convention, le Ministre du Commerce et de l'Industrie s'est engagé « à demander, chaque année, au Parlement, les crédits nécessaires au fonctionnement des deux nouveaux services ».

En outre de ces subsides initiaux, d'autres subventions ont été assurées au Laboratoire d'essais, notamment par la Société des Ingénieurs civils et la Compagnie Parisienne du Gaz.

L'Office des brevets et des marques de fabrique a été installé dans les anciennes galeries, à l'endroit indiqué sur la figure 2. Il n'a, d'ailleurs, nécessité que des travaux d'aménagement peu importants.

Pour le Laboratoire d'essais, au contraire, on a dû construire un nouveau bâtiment et faire des aménagements importants dans d'autres.

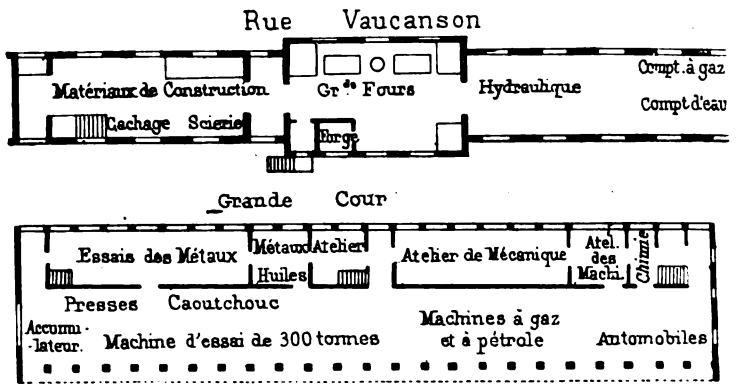


FIG. 3. — Plan des installations du rez-de-chaussée.

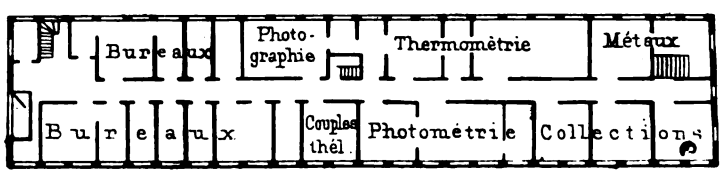


FIG. 4. — Plan du premier étage du nouveau bâtiment.

L'emplacement du nouveau bâtiment a été pris sur le jardin qui se trouvait entre les galeries formant le fond de la cour d'honneur et celles longeant la rue Vaucanson (fig. 2). C'est une construction à deux étages (fig. 6) dont le rez-de-chaussée a été placé à 2 mètres en contre-bas du sol du jardin, et dont le toit, en ciment armé, a été fait complètement plat, afin de diminuer le moins possible la lumière dans les galeries des bâtiments qui l'entourent.

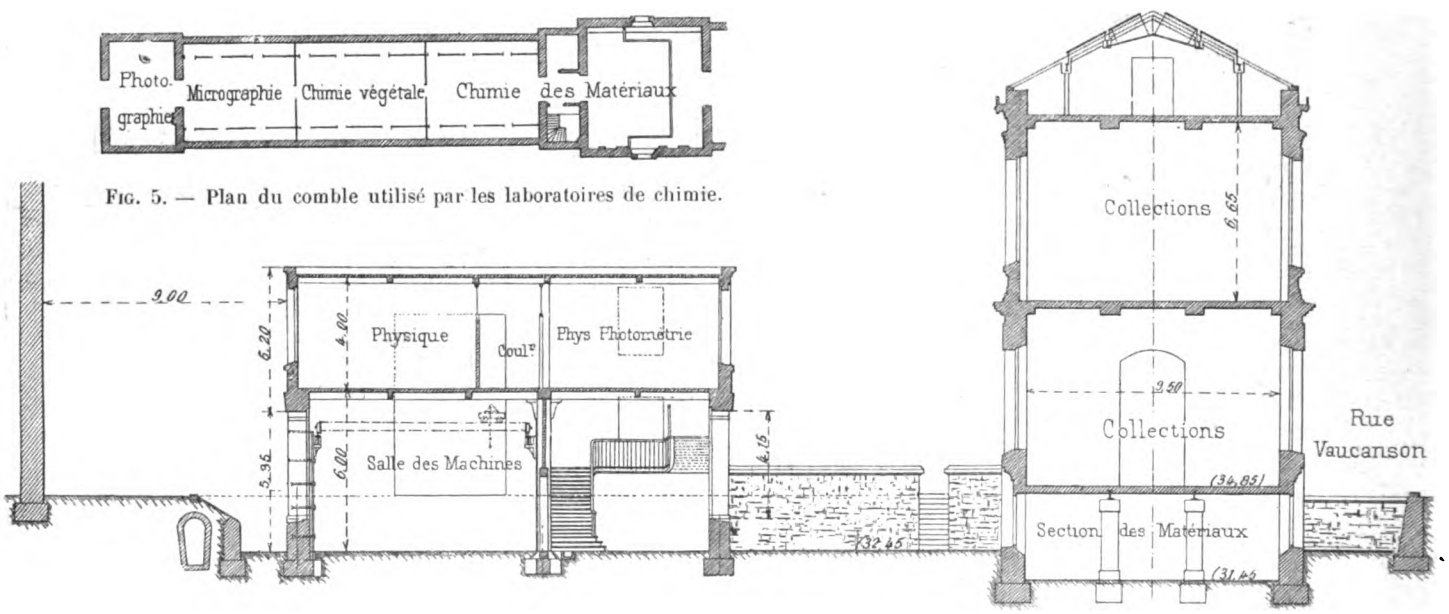


FIG. 5. — Plan du comble utilisé par les laboratoires de chimie.

FIG. 6. — Coupe transversale sur le nouveau bâtiment et sur les galeries Vaucanson.

Le rez-de-chaussée (fig. 3) est divisé en deux parties d'inégale largeur par un mur longitudinal : l'une d'elles constitue la grande salle des machines, munie d'un pont roulant (fig. 1); l'autre se subdivise en divers ateliers dont le plus important est l'atelier de mécanique renfermant des machines-outils de précision, commandées électriquement (fig. 7).

Au premier étage, se trouvent les bureaux du personnel ainsi que divers laboratoires (fig. 4).

En dehors de ce nouvel édifice, les services du Laboratoire d'essais s'étendent dans le corps de bâtiment qui est en bordure sur la rue Vaucanson et dont ils occupent tout le sous-sol et une partie des combles, ainsi que le montrent les figures 3, 5 et 6.

La surface totale, occupée par les divers services du Laboratoire, s'élève à 5 500 mètres carrés.

Digitized by Google

Outillage et fonctionnement du Laboratoire d'essais. — Le but du Laboratoire est de permettre aux industriels et aux commerçants de soumettre des produits bruts ou manufacturés de toute nature, des machines et des appareils, aux essais et recherches nécessaires pour les qualifier. Sa compétence comprend :

Le domaine général de la physique (moins l'électricité) ;
Les métaux ;
Les chaux, ciments, pierres, etc. ; et tous autres matériaux de construction, notamment les bois ;
Les machines autres que les machines électriques, et tous leurs accessoires ;
Les matières premières végétales nouvelles ou insuffisamment connues ;
Les combustibles, les huiles de graissage et d'éclairage, les essences et alcools.

A la suite d'un accord entre les administrations intéressées, il a été entendu que la clientèle industrielle, commerciale et particulière est intégralement réservée au Laboratoire du Conservatoire ; les essais relatifs aux travaux publics sont faits, comme par le passé, au Laboratoire des Ponts et Chaussées, cet établissement se bornant à accueillir les demandes qui se rattachent à l'intérêt général des travaux publics, ou à l'alimentation des villes en eau potable.

La direction du Laboratoire a été confiée à M. A. Pérot, ancien Professeur à la Faculté des Sciences d'Aix-Marseille.

Les diverses attributions indiquées ci-dessus ont été réparties entre cinq sections, chacune d'elles étant dotée de son personnel et de son outillage. Nous allons expliquer sommairement quelles sont les attributions de chaque section et les moyens dont elle dispose (1).

Section I. — ***Essais physiques.*** — Cette section s'occupe de la vérification des longueurs, des angles, des poids et mesures, des alcoomètres, densimètres, saccharimètres, etc. ; des baromètres, thermomètres, pyromètres, diapasons, etc. ; des différents appareils d'optique, des mesures photométriques, etc. Elle paraît devoir devenir l'office du Bureau national des Poids et Mesures et combler ainsi une lacune, car ce service n'a pas encore de laboratoire spécial.

Il nous paraît inutile d'énumérer l'outillage dont cette section dispose, et il nous suffira de dire qu'il est très complet et comprend les appareils de physique les plus perfectionnés.

Cette section est dirigée par M. Raveau.

Section II. — ***Essais des métaux.*** — Les essais que cette section est appelée à faire s'appliquent à des pièces confectionnées ou à des échantillons de métaux en vue de déterminer leurs propriétés. Ils s'étendent aussi aux chaînes, câbles, cordages, courroies, bois de construction et caoutchouc, au point de vue mécanique, et aux matières lubrifiantes, au point de vue du coefficient de frottement. Ils consistent dans des essais de traction, compression, flexion, torsion, cisaillage, etc., et certains essais d'ordre technologique, tels que l'examen micrographique des métaux, les essais de travail des métaux à chaud : martelage, fendage, pliage, emboutissage, etc. ; un certain nombre d'études physiques, telles que la détermination des points de transformation des aciers, de leurs propriétés de toute nature, magnétisme, dureté, etc., et la détermination de leurs qualités dans le travail des machines-outils.

La section a pour but, en dehors des essais proprement dits, de faire pour le compte des industriels tous les essais qu'il est possible de faire sur les métaux ; des analyses chimiques sont faites sur demande pour les métaux soumis à d'autres essais ; par les essais mêmes qu'elle fera, elle sera le guide de certains industriels qui la consulteront utilement.

Les principales machines dont dispose cette section, placée sous la direction de M. Breuil, sont (1) :

Une grande machine universelle de 300 tonnes, permettant d'essayer : à la traction et à la compression, des pièces ayant 25 mètres de longueur et 1 mètre d'équarrissage ; à la flexion, des poutres ayant 6 mètres de portée sur 1 mètre

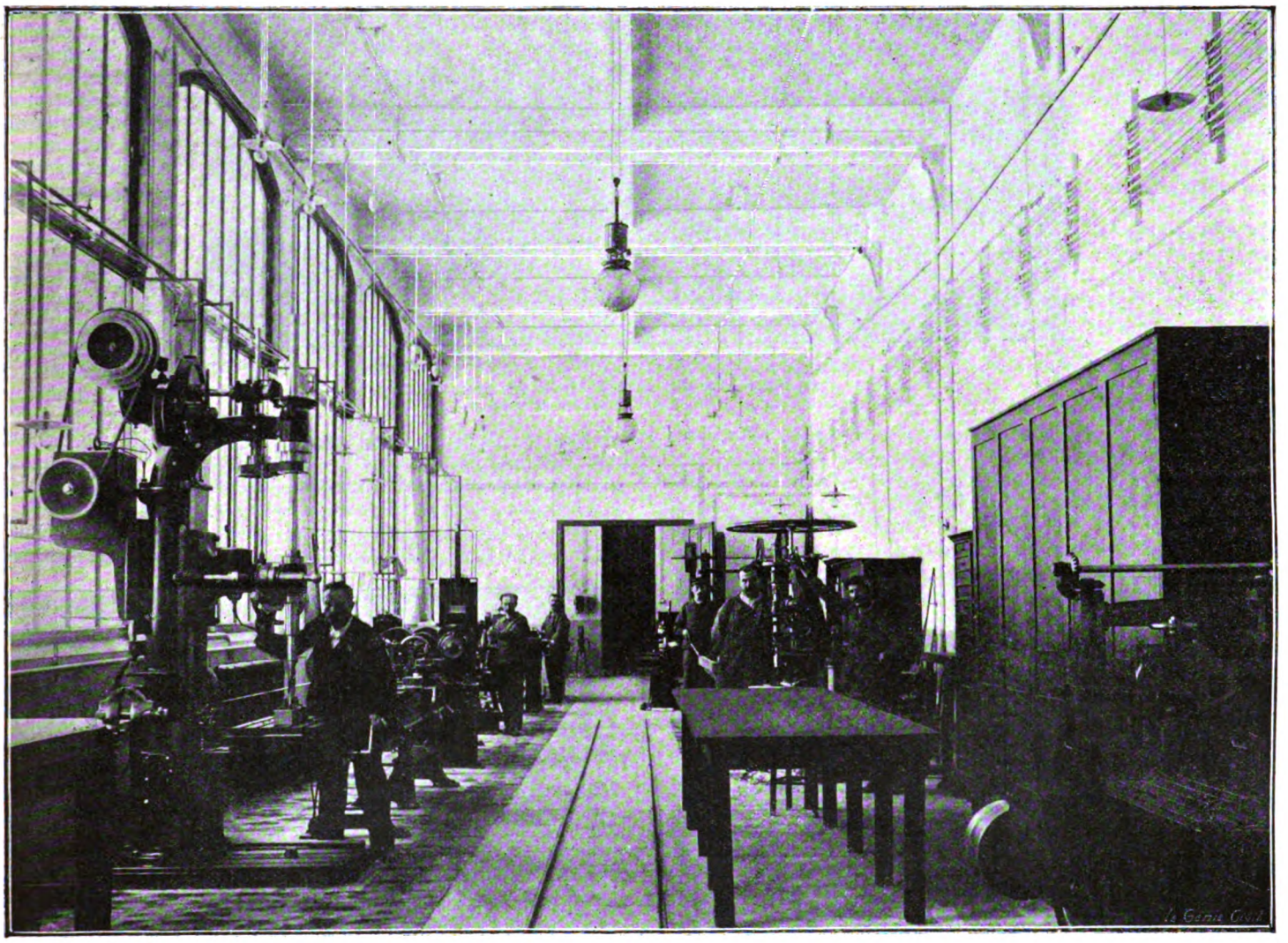


Fig. 7. — Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers : Atelier de mécanique.

(1) Les essais effectués au Laboratoire sont rémunérés suivant des feuilles de taxes, votées par la Commission technique du Laboratoire et le Conseil d'administration du Conservatoire et approuvées par le Ministre du Commerce.

Un industriel, voulant avoir recours au Laboratoire, doit adresser, sur papier libre, une lettre au Directeur du Laboratoire d'essais, 292, rue Saint-Martin, dans laquelle il indique l'objet de sa demande ; l'essai terminé, un procès-verbal signé par le chef de la section compétente et visé par le Directeur du Laboratoire, relatant les conditions et les résultats de l'essai, lui est adressé. Ces résultats sont sa propriété personnelle, ils ne peuvent être communiqués à des tiers ou publiés que sur son autorisation, les agents du Laboratoire étant astreints au secret professionnel.

(1) Les renseignements ci-après sur l'outillage sont extraits d'une petite brochure publiée par M. A. Pérot, Directeur du Laboratoire, qui constitue le premier fascicule du *Bulletin du Laboratoire*. Ce bulletin, qui ne sera pas périodique, publiera les principaux travaux effectués par l'établissement, notamment des recherches originales portant sur des questions scientifiques intéressant la technique industrielle.

Digitized by Google

d'équarrissage et des bandages de roues ayant jusqu'à 3 mètres de diamètre. On pourra expérimenter à la torsion des barres de 60 millimètres d'équarrissage sur 1 mètre de longueur; cisailler des métaux ayant jusqu'à 60 millimètres d'épaisseur et poinçonner des trous jusqu'à 60 millimètres de diamètre;

Une machine horizontale, de précision, de 30 tonnes, système Maillard, susceptible d'effectuer la traction, la compression et la flexion à froid et à chaud;

Une machine verticale de 25 tonnes, système Trayvou, permettant d'effectuer, comme la machine Maillard, des essais de précision de traction, compression et flexion, à froid et à chaud (fig. 9);

Ces trois machines sont munies d'enregistreurs pour les différentes sortes d'essais qu'elles peuvent effectuer;

Une machine horizontale de 30 tonnes, système Tangye, pouvant opérer sur des pièces de 3 mètres de longueur;

Une machine de 4 tonnes, système Falcot, disposée de manière à produire, à froid et à chaud, des tractions, compressions, flexions ou torsions rythmées sur des pièces élastiques, bandes de caoutchouc ou ressorts, avec enregistrement des efforts et des déformations. Les pièces sur lesquelles elle opère peuvent avoir 1 mètre de longueur et 40 centimètres d'équarrissage;

Une machine de 2500 kilogr. à enregistreur, système Fremont, destinée à l'essai des fils, petites barres, tissus résistants, courroies;

Une machine verticale de 200 kilogr. système Vuaillet, pour l'essai des fils métalliques, des tissus;

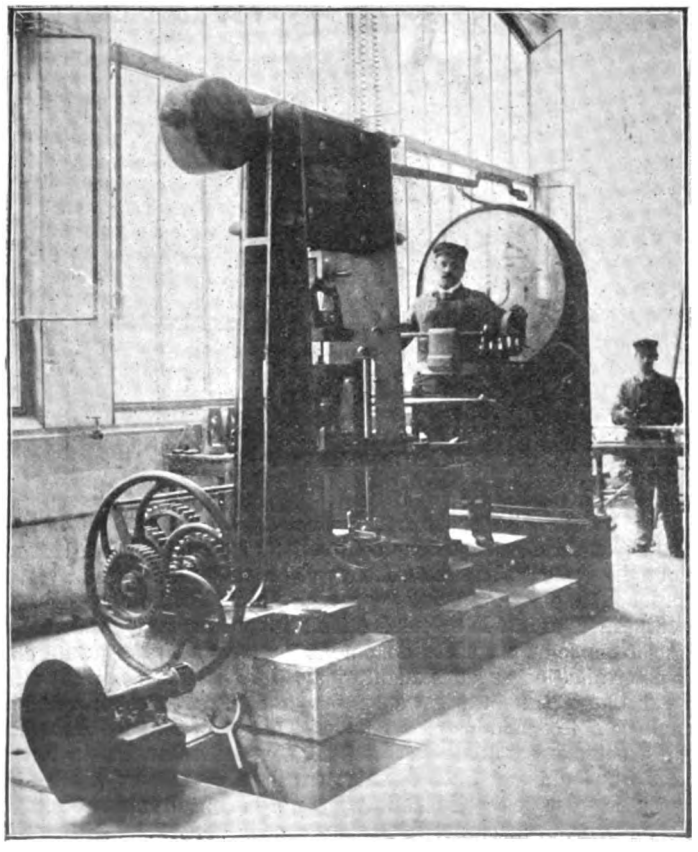


Fig. 9. — Machine Trayvou pour l'essai des métaux.

Une grande presse de 500 tonnes, permettant l'essai de pièces ayant 2m 50 de hauteur et 1 mètre d'équarrissage;

Un grand accumulateur hydraulique pouvant débiter 35 litres d'eau sous une pression de 125 kilogr., et des pompes produisant des pressions de 500 kilogrammes;

Enfin, le Laboratoire possède une batterie de fours à moufles permettant de porter jusqu'à 1 800 degrés des pièces de métal et d'étudier sur elles l'effet des diverses trempes et des recuits, et trois fours électriques représentés sur la figure 8. Sur cette figure, on voit, à droite, un four Gabreau permettant d'obtenir des températures de 2000 à 2500 degrés et, sur la table de gauche, deux fours Heraeüs (1).

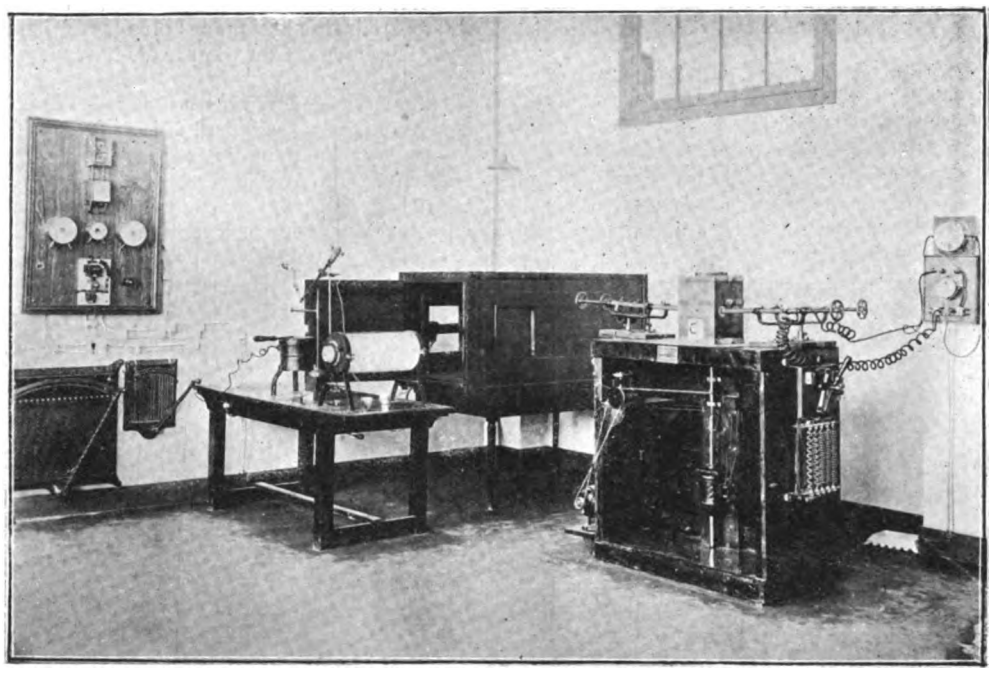


Fig. 8. — Petit laboratoire des métaux : Salle des fours électriques.

La section aura d'ailleurs à sa disposition, pour les essais de travail des métaux, les machines-outils de l'atelier de mécanique.

§ Section III. — *Essai des matériaux de construction.* — Les essais de cette section portent sur les chaux, ciments, plâtres, produits réfractaires, pierres naturelles et artificielles, enduits, produits céramiques, peintures, produits ignifuges, verre, etc., en un mot, tous les matériaux de construction autres que le fer.

La caractéristique de cette section est de présenter une usine complète, capable de traiter les produits bruts qu lui sont soumis par des procédés et à l'aide d'appareils industriels, avec l'avantage, rarement présenté par les usines, même les mieux outillées, de pouvoir procéder à des essais scientifiques, soit en cours de fabrication, soit sur les produits fabriqués.

C'est ainsi que l'on peut citer le cas d'une fabrication complète de chaux hydraulique, chaux lourde et ciment de grappiers, demandée

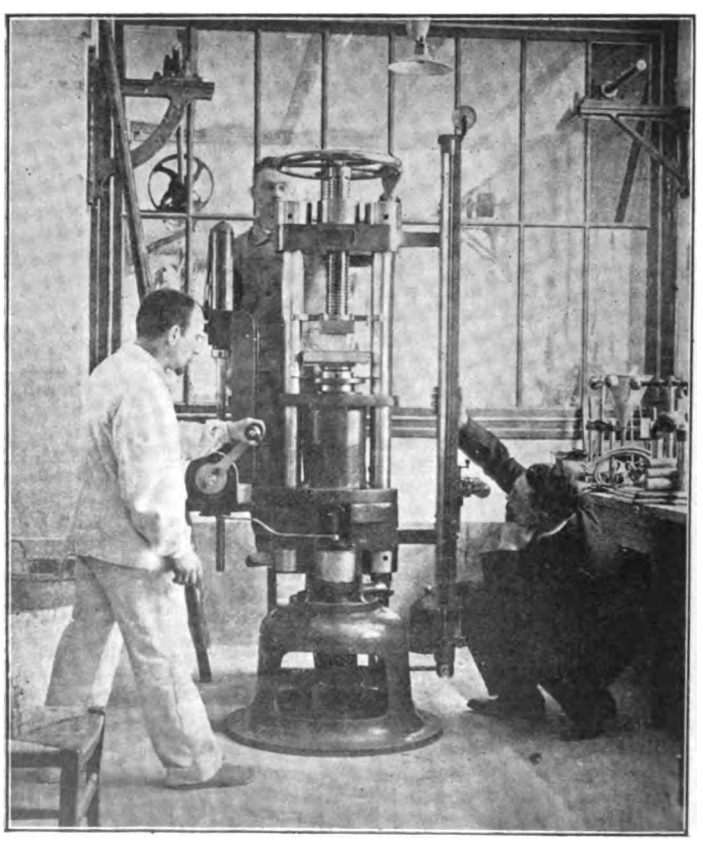


Fig. 10. — Machine Amsler-Laffon pour l'essai des matériaux.

par le propriétaire d'une importante carrière américaine, étude pour laquelle les calcaires essayés ont été cuits, puis la chaux produite, éteinte, blutée et les grappiers obtenus traités tout à fait industrielle-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 18, p. 286.

Digitized by Google

ment, pour donner de la chaux lourde et du ciment de grappiers, produits qui ensuite ont été essayés par les méthodes officiellement employées.

Nous pourrions également citer le cas d'une étude complète de fabrication de briques, comportant le prélèvement des échantillons et leur traitement complet avec fabrication de petites briques préparées, cuites et essayées au Laboratoire.

Signalons enfin que, pour les chaux et ciments, les éprouvettes peuvent être conservées pendant dix ans dans l'air, l'acide carbonique, l'eau de mer, ou tout autre fluide désigné.

L'outillage de cette section, placée sous la direction de M. Leduc, se divise en deux parties :

1° Les appareils de fabrication, c'est-à-dire ceux nécessaires au broyage, au blutage et au malaxage, les fours employés à la cuisson (fig. 12), etc. ;

2° Les appareils d'essais, parmi lesquels se trouvent un certain nombre de machines utilisées aussi par la section des métaux et les machines spéciales suivantes :

Un appareil Michaelis pour les essais de traction et flexion ;
Une machine à acide carbonique liquide pour les essais de gélivité ;
Une machine à user de Dorry pour l'usure des pierres et des carreaux ;
Une machine à user les matériaux d'empierrement ;
Un appareil pour essayer les tuiles au choc ;
Un appareil à vide pour l'imbibition des pierres ;
Une machine Amsler pour les essais de perméabilité ;
Un scléromètre Martens pour les essais de dureté.

Section IV. — *Essais des machines.* — Cette section est destinée à faire les essais de toutes les machines, sauf les machines électriques isolées dont les essais peuvent être faits au Laboratoire de l'École supérieure d'électricité. Elle est apte à étudier tous les mécanismes, à quelque point de vue que ce soit. Pour fixer les idées, nous citerons comme rentrant dans sa compétence, les essais des chaudières et appareils accessoires, de machines à vapeur et turbines de toute espèce, qui peuvent être faits avec de la vapeur humide (15 kilogr. de pression maximum) ou de la vapeur surchauffée jusqu'à 350 degrés.

Rentrent aussi dans la compétence de cette section les essais de gazogènes, de machines à gaz, à pétrole, à alcool, de machines frigorifiques, de machines hydrauliques, les essais de mécanisme et transmissions et enfin les essais de voitures automobiles (fig. 11).

Les Ingénieurs qui constituent le personnel technique de cette section, placée sous la direction de M. Boyer-Guillon, pourront, d'ailleurs, opérer en dehors du Laboratoire lorsqu'il s'agira de puissantes machines.

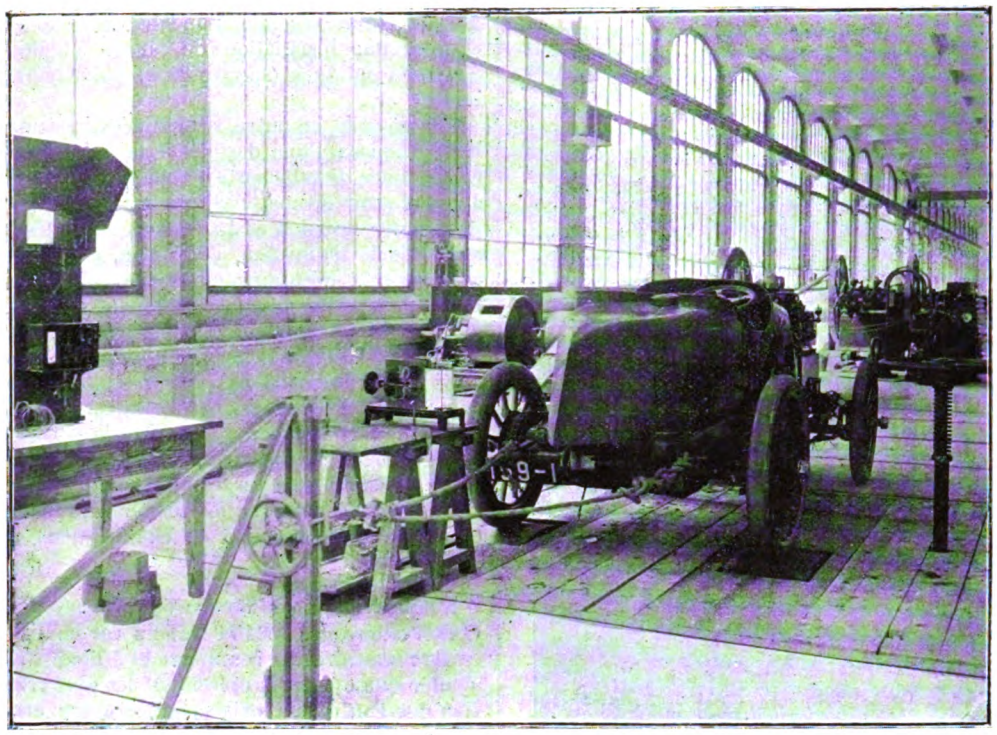


Fig. 11. — Installation pour l'essai d'une voiture automobile.

Son outillage comporte un laboratoire de chimie dans lequel seront faites les analyses de fumées et de gaz d'échappement de divers moteurs, des analyses d'eaux, etc.

Pour les machines à vapeur et les foyers, la section a à sa disposition cinq chaudières Belleville, une machine Weyher et Richemond de 35 chevaux, un surchauffeur de vapeur, un condenseur par mélange et un condenseur par surface. Des prises de vapeur sont faites sur une rampe à laquelle on peut relier les différentes machines à essayer.

Pour les moteurs à gaz et autres combustibles, elle dispose d'une série de bancs d'essais, d'une grande fosse de montage, d'un gazogène avec gazomètre pouvant fournir, avec des combustibles variés, le gaz nécessaire à l'alimentation d'un moteur de 20 chevaux.

Enfin, pour les essais d'automobiles, le Laboratoire possède un appareil dynamométrique, auquel est jointe une dynamo frein, l'ensemble permettant d'essayer à la jante des automobiles depuis 50 chevaux à la vitesse de 3 kilom. à l'heure, jusqu'à 80 chevaux à celle de 80 à 100 kilom. L'examen complet d'une voiture automobile comporte, outre la détermination de la puissance à la jante, la détermination de la puissance aux différents axes de la machine (fig. 11).

Section V. — *Recherches et essais sur les matières premières végétales nouvelles ou insuffisamment connues.* — La compétence de cette section est limitée, en général, aux matières premières végétales, nouvelles ou insuffisamment connues, tant au point de vue des essais qu'à celui des recherches. Toutefois, elle comprend :

Les bois de construction courants au point de vue des altérations et de l'analyse chimique, les essais mécaniques étant faits par la section II ;

Les caoutchoucs manufacturés dont elle fait l'analyse comme corollaire des essais faits dans les autres sections :

Les combustibles sur lesquels elle fera les déterminations courantes, notamment la composition des houilles et l'inflammabilité des huiles,

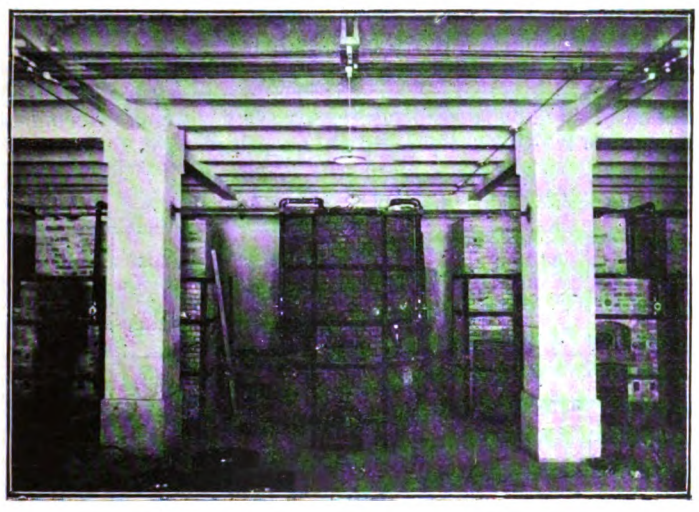


Fig. 12. — Installation des fours, sous les galeries Vaucanson.

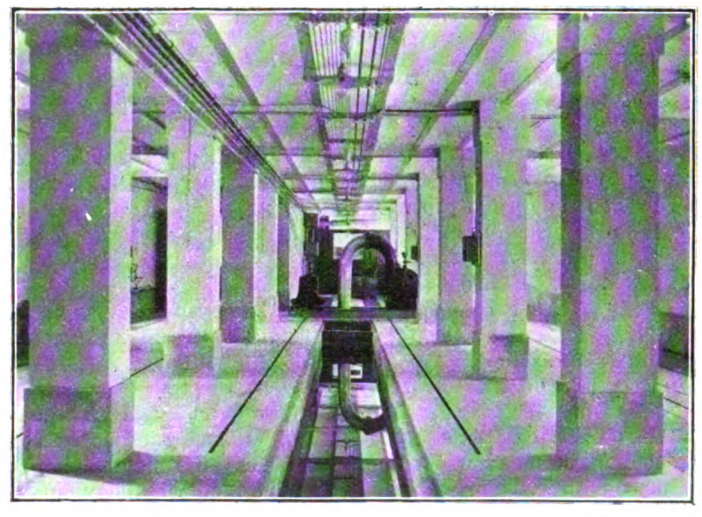


Fig. 13. — Salle des essais hydrauliques, sous les galeries Vaucanson.

Digitized by Google

les végétaux inférieurs susceptibles de transformer les matières premières.

La section s'occupe spécialement, en raison de son outillage :

1° Des matières grasses nouvelles; elle pourra faire l'étude complète d'une graisse, depuis la graine oléagineuse, par exemple, jusqu'au

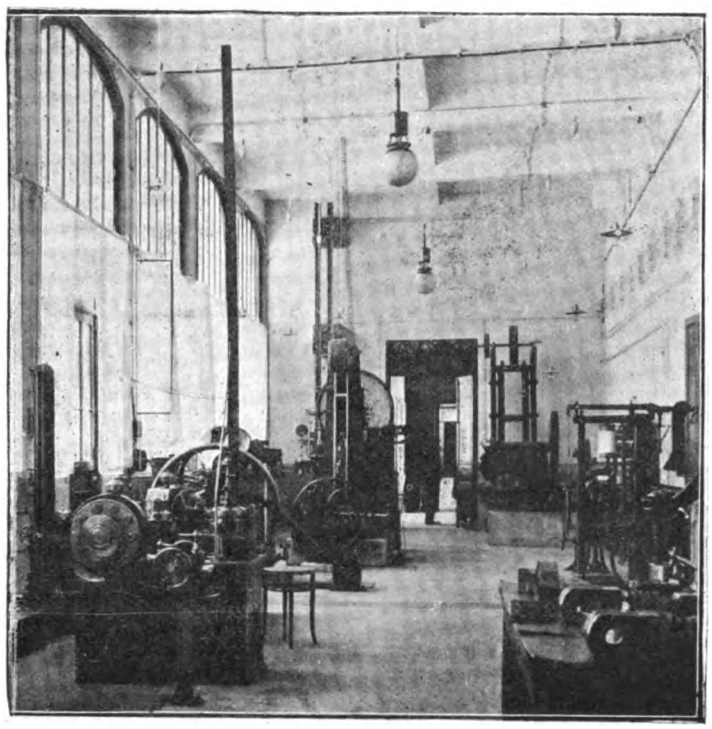


Fig. 14. — Salle des essais des métaux.

savon obtenu par saponification de la matière grasse, ou jusqu'à la bougie fabriquée avec les acides gras extraits de cette graine;

2° Des caoutchoucs, des textiles et bois nouveaux sur lesquels elle fera des déterminations spéciales, micrographiques et microchimiques qui pourront compléter, dans certains cas, les essais mécaniques faits par les autres sections du Laboratoire.

Le rôle de cette section est celui de l'ancien laboratoire de botanique économique de l'Office national du Commerce extérieur; c'est, en particulier, de renseigner les importateurs sur la valeur des nouvelles matières premières importées, soit par leur examen et leur détermination, soit par leur mise en œuvre proprement dite, pour les caoutchoucs et les graisses en particulier.

Cette section possède tout d'abord l'outillage complet d'un laboratoire de chimie végétale, d'un laboratoire de micrographie et de microchimie, une installation de photo- et de microphotographie, des appareils optiques (spectroscope, polarimètre, colorimètre, réfractomètre), etc.

Elle possède, en outre, rassemblées dans un même local, deux presses hydrauliques; l'une destinée à la vulcanisation des gommes brutes, et combinée de telle sorte qu'elle puisse servir de presse à extraction à chaud pour les matières grasses; l'autre permettant l'extraction des jus à haute pression et du contenu de toutes les cellules végétales; des appareils de trituration, etc. Enfin, une véritable usine à caoutchouc comprenant : déchiqueteur, mélangeur, autoclave et presse à vulcaniser, à laquelle manque seulement une calandre; une petite chaudière Field est spécialement affectée au chauffage des appareils de cette installation, qui forme un ensemble destiné à rendre de grands services aux importateurs des produits si mal connus tirés de notre domaine colonial, et des pays étrangers de la zone tropicale.

La cinquième section, placée sous la direction de M. le docteur Heim, est également outillée pour l'étude des végétaux inférieurs, susceptibles de servir d'agents transformateurs des matières premières dans l'industrie, ou d'altérer les matières premières. On y remarque, notamment, une collection de champignons destructeurs des bois de construction.

L'exposé que nous venons de faire montre que le Laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers est en mesure d'effectuer tous les essais nécessaires au commerce et à l'industrie. Nous croyons pouvoir ajouter que ces essais présentent les plus grandes garanties de précision que l'on puisse exiger, grâce à son outillage perfectionné dont une grande partie est unique, au moins en France. Ils sont faits par des fonctionnaires dont l'indépendance vis-à-vis des industriels et commerçants est absolue, et, par suite, l'impartialité indéniable. Spécialisés chacun dans la partie dont il est chargé, ces agents sont au courant des méthodes nouvelles, des résultats récents, et peuvent, à propos de certains essais, aider les industriels de leurs avis.

Cet établissement nous paraît donc appelé à rendre de grands services et à faire faire de réels progrès à la technique industrielle; il faut espérer que son avenir répondra aux espérances de ses fondateurs et aux sacrifices pécuniaires qui ont été consentis en sa faveur.

A. Dumas,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

MÉTALLURGIE

FABRICATION DES ESSIEUX EN ACIER COMPRIMÉ

(Planche XI.)

On vient d'appliquer à la fabrication des essieux de wagons le principe de la compression de l'acier à chaud, d'après un procédé qui présente les avantages suivants :

1° Le prix de revient des essieux est diminué; pendant le même temps et avec le même personnel, on peut fabriquer, en effet, trois fois plus d'essieux que par le procédé ordinaire;

2° La résistance du métal est augmentée et va presque jusqu'à atteindre celle de l'acier au nickel;

3° Les frais d'ajustage sont diminués.

L'essieu en acier comprimé, système C. Mercader, fabriqué aux aciéries Carnegie de Pittsburg-Homestead (États-Unis), présente à chacune de ses extrémités un évidement intérieur dont la longueur est un peu plus du quart de celle de l'essieu.

L'idée d'un essieu creux n'est pas nouvelle et on a déjà essayé de la réaliser, mais les différents procédés qui ont été tentés jusqu'ici étaient trop coûteux ou bien ne donnaient pas à l'essieu l'augmentation de résistance désirée. Le principe de la nouvelle méthode diffère entièrement de ceux des essais antérieurs.

I. Principe de la méthode. — Il consiste à enfermer dans une matrice démontable en deux parties et qui présente en creux le profil de l'essieu (fig. 1), un lingot d'acier laminé, ayant la forme d'un cylindre dont le diamètre extérieur est égal à celui de la matrice au droit des fusées et au milieu de l'essieu; puis à enfoncer aux deux extrémités du lingot, et suivant son axe, deux poinçons de 76 millimètres de diamètre lesquels compriment et refoulent le métal dans les évidements de la matrice.

Cette opération se fait à la température de 1 000 degrés environ et l'effort exercé sur un poinçon pour produire sa pénétration, est d'environ 50 tonnes. A fin de course l'effort doit être porté à 150 tonnes pour les raisons suivantes : refroidissement du lingot, écrasement de la partie du lingot qui forme le collet de la fusée, réactions finales du métal refoulé sur le poinçon à l'endroit où il pénètre dans la partie conique de la matrice.

La température du lingot doit être absolument uniforme car c'est elle qui détermine l'effort à exercer sur le poinçon.

Le tableau ci-après (tableau I) du docteur Julius Koleman, indique pour les aciers durs moyens, les variations de la résistance à l'enfoncement en fonction de la température. Avec ce tableau on détermine la température la meilleure qui convient au poinçonnage.

Tableau I.

TEMPÉRATURE	CHARGE DE RUPTURE à la traction en kg. par mm²	% DE LA CHARGE de rupture par traction à 0° (59)	TEMPÉRATURE	CHARGE DE RUPTURE à la traction en kg. par mm²	% DE LA CHARGE de rupture par traction à 0° (59)
0	59	100	650	12,5	22
50	59	100	700	10,5	18
100	59	100	750	9,1	15
150	58,9	100	800	7,9	13
200	58,9	100	850	6,5	11
250	57,75	98	900	5,4	9
300	55,5	94	950	4,75	8
350	47,5	80	1 000	4	7
400	32,2	55	1 050	3,6	6
450	24,1	41	1 100	3,2	5
500	20	34	1 200	2,4	4
550	17,5	30	1 400	0	0
600	15	26			

Les essais effectués à Pittsburg-Homestead ont montré que la plus basse température permettant le poinçonnage est environ 850 degrés.

Digitized by Google

A cette température l'entrée du poinçon est difficile et nécessite un effort de 250 tonnes au commencement et de 500 tonnes environ à la fin de l'opération. Néanmoins, l'essieu ainsi fabriqué a bon aspect et la matrice est exactement remplie par le métal.

A 950 degrés l'effort final nécessaire n'est plus que de 250 tonnes et à 1 050 degrés il est de 150 tonnes seulement.

Pour faciliter l'entrée du poinçon dans le lingot, il faut réduire autant que possible les réactions au droit des fusées, aussi la compression des matrices sur le lingot dans cette région ne se fait-elle que sur une longueur de 0m 10 (fig. 2).

Le poinçon, par suite de la forme de son extrémité, agit comme un coin, et peut ainsi produire des pressions considérables.

Dans l'un des premiers essais qui ont été faits, le lingot avait un diamètre inférieur à celui des fusées et n'était pas serré dans la matrice. Il se produisit alors des coulées et des compressions du métal, qui aboutirent non seulement à la rupture de la matrice, mais aussi à celle d'une pièce de fonte contre laquelle elle est serrée et qui pèse 11 tonnes (voir plus loin la description de cette presse). L'effort de 200 tonnes appliqué au poinçon avait déterminé un effort estimé, d'après le calcul de la résistance des pièces brisées à 2 600 tonnes dans la section de rupture. L'essieu prit une forme extérieure à section elliptique (fig. 3) excentrée de 6 millimètres sur celle du poinçon mais chose remarquable celui-ci ne subit aucune déformation.

La pression et le déplacement du métal se transmettent bien au delà du point où s'arrête le poinçon, puisque l'essieu prend, jusqu'au

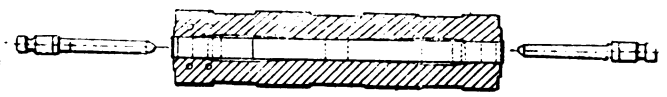


Fig. 1

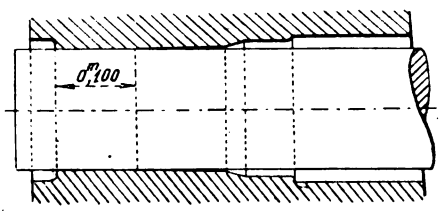


Fig. 2.

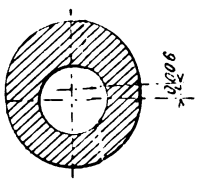


Fig. 3.

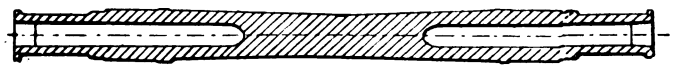


Fig. 4.

Fig. 1 à 4. — Aspect de la matrice et du lingot pendant les différentes phases de la fabrication.

milieu, la forme de la matrice et si par cette opération on améliore la qualité de l'acier, c'est parce que, par le refoulement, on détruit les effets du pipage et de la ségrégation qui peuvent s'être produits dans le lingot.

La capacité de la matrice correspond aux dimensions des essieux chauds et la différence entre le volume du lingot avant et après le poinçonnage, c'est-à-dire la compression totale du métal pendant l'opération, est d'environ 16 centimètres cubes.

Il est très important que le lingot soit parfaitement cylindrique afin d'empêcher la flexion des poinçons.

II. Presses a essieux comprimés des aciéries d'Homestead. — Les machines installées aux aciéries d'Homestead pour appliquer le procédé dont le principe vient d'être exposé sont représentées sur la planche XI. La matrice est en deux parties B et C (fig. 4, pl. XI); elle est en fonte et refroidie à l'eau pour éviter les déformations de la cavité; ses angles sont adoucis et tout son intérieur est enduit de mine de plomb pour faciliter la sortie des essieux.

La matrice s'use peu et cette usure minime adoucit sa surface; l'emploi de lingots bien droits diminue d'ailleurs cette usure en permettant leur emboîtement exact dans la matrice. D'après de nouveaux essais, l'emploi de matrices en acier fondu conviendrait également. Pendant le poinçonnage, les deux demi-matrices sont fortement serrées l'une contre l'autre entre le piston de la presse hydraulique Z (fig. 4, pl. XI) par l'intermédiaire de la pièce K que vient caler le coin X et la pièce de butée P (fig. 1 et 4, pl. XI) qui doit pouvoir supporter un effort de 350 à 400 tonnes.

Le lingot sortant du four continu Howard F (fig. 1 et 2, pl. XI) est transporté mécaniquement jusqu'au laminoir redresseur, dont chacun des cylindres est actionné respectivement par des moteurs électriques de 75 chevaux K et L.

Ce laminoir imprime en même temps au lingot un mouvement d'avancement et un mouvement de rotation qui ont pour effet de lui donner une forme parfaitement cylindrique. Le diamètre des cylindres étant inégal, le lingot est pressé contre un guide inférieur S (fig. 1 et 2, pl. XI), qui nettoie complètement sa surface et la rend parfaitement unie. Les cylindres font 160 tours par minute et font avancer le lingot de 127 millimètres par tour; la passe dure environ 10 secondes.

Au sortir du laminoir, le lingot est de nouveau transporté mécaniquement jusqu'au-dessus du basculeur N (fig. 1, pl. XI) actionné par un cylindre hydraulique. Il est arrêté par un tampon de choc *p* déversé par le basculeur sur le transporteur M, roulé dans la demi-matrice inférieure et guidé par les pièces Q. Cette demi-matrice peut se déplacer parallèlement à son axe sur des voies à l'aide de glissières, actionnées au moyen de crémaillères par un piston hydraulique.

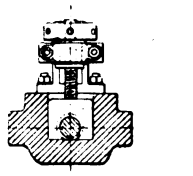
La presse Z ayant serré les matrices ensemble comme il a été vu plus haut, les poinçons E (fig. 3 et 4, pl. XI), guidés par les têtes de crosse D, entrent en action sous l'effort des pistons hydrauliques *f*.

Pour retirer l'essieu, on dégage les poinçons et les coins X; on descend la demi-matrice inférieure jusqu'à la faire reposer sur des glissières qui sont entraînées de l'autre côté de la presse, et l'essieu est enlevé par une grue C'.

La plus grande difficulté rencontrée dans la construction de cette machine a été de maintenir sur un même axe la matrice, le poinçon et le piston.

Des coins et des boulons ont rendu possible le réglage de l'orientation et de la hauteur des têtes de crosse et, par suite, l'alignement des poinçons sur l'axe des matrices; puis, à l'aide d'un joint à rotule placé entre le piston et le poinçon, on a écarté les inconvénients d'un léger désaxement de ces deux pièces.

La position de la demi-matrice supérieure peut aussi être réglée d'une façon analogue. L'assemblage des poinçons aux têtes de crosse



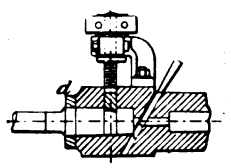


Fig. 5.

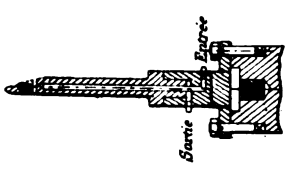


Fig. 6.

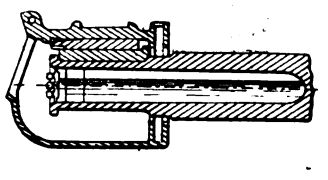


Fig. 7.

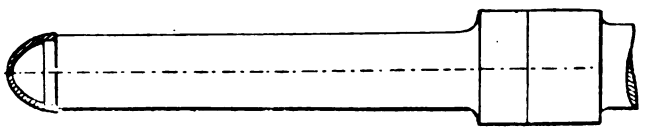


Fig. 8.

Fig. 5 à 8. — Détails du poinçon.

(fig. 5), permet de changer rapidement les poinçons; il a donné de bons résultats.

Pour écraser le collet des fusées, le poinçon est muni d'un anneau mobile *d* (fig. 5), dont l'épaisseur règle la quantité dont pénètre le poinçon. La partie de la matrice destinée à mouler ce collet est suffisamment grande pour tenir compte de l'excès de longueur du lingot produit par le laminoir-redresseur. L'excès d'épaisseur de ce collet est enlevé à l'ajustage.

De nombreux essais ont été faits relativement à la nature du métal qui doit être employé pour le poinçon. On essaya d'abord un poinçon en acier à outils avec circulation d'eau et pointe amovible en fonte (fig. 6). Il donna de bons résultats au point de vue de la raideur et du glissement de la pointe dans le lingot, mais l'assemblage de celle-ci avec le poinçon n'était pas assez solide; la rupture se produisit plusieurs fois; il est vrai qu'à ce moment on n'employait pas le laminoir redresseur et que le poinçon était soumis à des flexions produites par les efforts latéraux.

On employa ensuite des poinçons d'une seule pièce en acier au creuset; mais, par suite de la forte pression exercée sur leur pointe, celle-ci se soudait quelquefois au lingot; la sortie était difficile, la pointe restait souvent éraillée et, par suite, impropre à un nouveau poinçonnage.

Pour éviter la soudure, on essaya de retirer le poinçon après une première pénétration de 150 millimètres et de remplir la cavité formée avec du charbon dur; les gaz dégagés par le charbon lubrifiant la pointe empêchaient bien la soudure, mais alors le poinçon était sujet à dévier par suite de l'inégale répartition du charbon autour de la pointe.

On finit par adopter pour métal du poinçon, comme cela avait déjà été fait aux forges de Montbard, l'acier Bessemer à 0,9 ou 1 % de

Digitized by Google

carbone, ce qui donna un poinçon très raide, et l'on protégea son extrémité contre la soudure, au moyen d'une calotte en acier à essieux étampé emboîtant exactement le poinçon (fig. 8) ; le diamètre extérieur de cette calotte étant un peu plus grand que celui du poinçon,

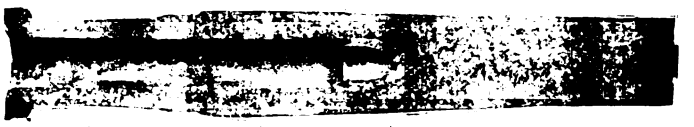


Fig. 9. — Coupe d'un essieu achevé montrant la calotte restée adhérente.

celui-ci ne frotte pas contre le métal du lingot, ce qui réduit l'effort de pénétration. Au retrait, la calotte reste soudée à l'essieu (fig. 9) et le poinçon sort facilement ; il suffit pour une nouvelle opération de le laisser refroidir et de remettre une autre calotte. Pour ménager les poinçons, il faut éviter leur échauffement ; le poinçonnage doit donc être très rapide. On arrive à faire cette opération en quatre à cinq secondes à l'aide de dispositions spéciales.

On diminue d'ailleurs beaucoup cet échauffement en passant le poinçon à la mine de plomb.

Les presses hydrauliques nécessaires au service des machines fournissent de l'eau sous la pression de 100 kilogr. par centimètre carré ; pour les presses accessoires, une pression de 35 kilogr. suffit.

La dépense d'eau est faible. Une pompe à haute pression de 558 × 922 × 146 × 913 millimètres et une pompe à basse pression de 558 × 922 × 254 × 913 millimètres, consommant à elles deux 200 chevaux environ, suffisent pour alimenter quatre presses capables de produire ensemble 1 200 essieux en vingt-quatre heures.

Un four continu et un laminoir redresseur alimentent deux presses et délivrent un lingot toutes les deux minutes. La longueur du four est prévue pour le chauffage de 90 essieux pendant trois heures.

L'installation des aciéries d'Homestead permet de fabriquer un essieu en deux minutes ; il en faut deux autres pour la préparation des matrices et des poinçons, ce qui donne à chaque presse une production de 15 essieux à l'heure, soit une quantité triple de la quantité d'essieux ordinaires qu'on peut fabriquer pendant le même temps aux meilleures forges des États-Unis.

III. Résistance des essieux en acier comprimé. — Les essieux ainsi fabriqués ont une résilience plus grande que celle des types actuels et, par suite, sont moins sujets à des ruptures provoquées par des efforts brusques. Ils sont aussi plus légers.

La calotte du poinçon communique aux cavités des essieux sa forme paraboloïdale et, par suite, la section augmente progressivement ; cette augmentation de section correspond d'ailleurs à une diminution de la densité du métal et l'effet des vibrations est moins à redouter.

La résistance des essieux en acier comprimé se manifeste par la faible flèche qu'ils prennent sous l'influence de la charge. On a mesuré cette flèche sur un wagon ayant des essieux en acier forgé à l'un de ses trucks et des essieux en acier comprimé à l'autre. Pour les premiers la différence des flèches correspondant au wagon vide ou chargé était de $0^{mm}8$ et pour les autres $0^{mm}2$ seulement, soit une réduction de $0^{mm}6$. Cela est très important pour la durée de l'essieu.

En service, en effet, de continuels changements d'efforts se produisent dans les différentes parties d'un essieu : la partie inférieure travaille à la compression, et la partie supérieure à la tension ; il en résulte des ruptures partielles qui font que la durée d'un essieu croît beaucoup plus que proportionnellement à la réduction de la flèche.

Les flèches des fusées étaient égales pour les deux types d'essieux ce qui montre que la présence de la cavité ne diminue pas la résistance des extrémités.

Trempe. — La résistance des essieux en acier comprimé peut être augmentée par la trempe à l'huile qui a, en outre, pour effet d'adoucir les surfaces de frottement des fusées. La trempe a plus d'action sur ces essieux que sur les essieux pleins puisqu'elle se fait sentir plus aisément dans les parties intérieures du métal.

Un essai de trempe a été exécuté aux aciéries d'Homestead dans les conditions suivantes :

L'essieu chauffé pendant 1 h. 55 m. jusqu'à 770 degrés a été trempé dans le bain d'huile pendant 1 h. 4 m. (cette durée excessive du bain étant due au manque de grue disponible pour la manœuvre), puis il a été sorti, réchauffé à 640 degrés pendant 1 h. 55 m. et, enfin, laissé pendant 5 heures dans une fosse à recuire.

On n'a pas trouvé trace de troostite dans le métal de l'essieu ainsi trempé ; on attribue ce fait à ce que la masse du métal étant très grande, le refroidissement n'a pas été assez rapide pour qu'elle se produisît.

Texture. — La compression de l'acier assainit le métal, aussi bien dans la partie centrale de l'essieu que dans la partie creuse. Dans le but de se rendre un compte exact de l'influence de cette compression sur la texture du métal on a prélevé en différents points d'essieux en acier forgé et d'essieux en acier comprimé des disques ou tranches d'essieux coupés normalement à leur axe. Puis, après polissage, on a soumis ces disques à l'action d'une dissolution d'acide sulfurique à 5 %, pendant 10 heures, de façon à mettre en évidence la texture du métal. En observant la figure 10 relative à une fusée d'essieu ordinaire en acier forgé on constatera que le grain est le même que celui des blooms ; vers le pourtour le grain est plus fin par suite du forgeage ; ce grain le plus fin est d'ailleurs réparti très inégalement autour du centre, la plus grande profondeur correspondant aux angles

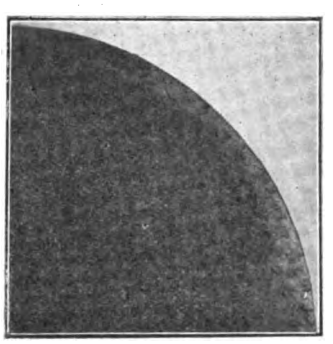


Fig. 10.
Essieu ordinaire en acier forgé.

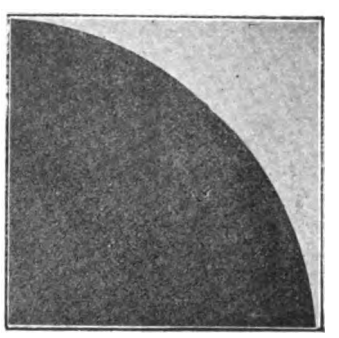


Fig. 11. — Partie pleine.

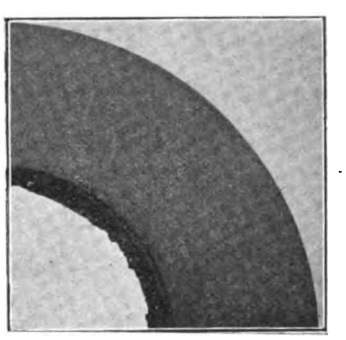


Fig. 12. — Fusée.

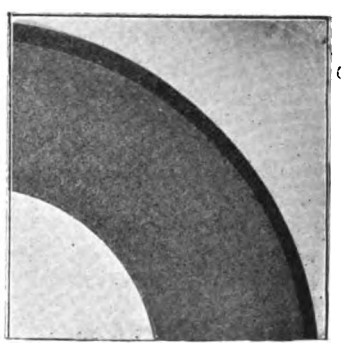


Fig. 13. — Fusée (trempée à l'huile).

Fig. 11 à 13. — Essieu en acier comprimé.

des blooms (ce sont, en effet, les parties qui ont été le plus martelées pour obtenir un essieu rond et aussi le plus refroidies).

Au contraire, les figures 11, 12 et 13 montrent une plus grande homogénéité du métal dans les différentes sections et en profondeur ; le grain, plus uniforme, est aussi plus fin que le grain le plus fin de l'essieu forgé.

Ces résultats sont confirmés par l'observation des préparations microscopiques obtenues en découpant des plaques, parallèlement à l'axe de l'essieu dans les disques précédents (fig. 15 à 22).

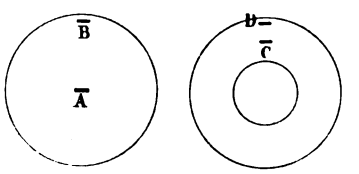


Fig. 14. — Emplacement des prises d'échantillons pour préparations micrographiques.

La figure 14 montre en quels points différents les échantillons ont été pris, soit sur l'essieu en acier forgé plein, soit sur l'essieu en acier comprimé dans la partie pleine ou dans la partie creuse.

Les figures 15 et 16 servent de termes de comparaison.

En comparant 17 à 18, 19 à 20, 21 à 22, on verra l'effet de la pression sur la nature du grain, selon que le métal est à l'intérieur ou à la périphérie. En comparant 21 et 22, on verra que la trempe atténue la différence. En comparant 19 et 21, d'une part, 20 et 22, d'autre part, on constatera les effets de la trempe.

Ajustage. — Avec les essieux ordinaires forgés, le tournage des fusées présente l'inconvénient d'obliger à enlever la partie superficielle de la pièce, c'est-à-dire celle qui est aussi la plus résistante.

Avec les essieux en acier comprimé, au contraire, c'est dans la cavité que la densité est surtout augmentée par le poinçonnage et le tournage, limité d'ailleurs, aux portées des roues et aux fusées, ne présente pas le même inconvénient. Ce tournage s'effectue en introduisant des pièces de centrage dans les cavités.

Comme un lingot défectueux produirait un essieu craquelé à la surface des fusées par suite de l'expansion du métal sous l'effort du poinçon, tout essieu manqué est immédiatement reconnu et on n'a pas besoin de le tourner sur toute sa longueur pour vérifier la qualité du métal.

Épreuves au choc. — Les épreuves au choc imposées par la Pennsyl-

Digitized by Google

vania Railroad sont les suivantes : 7 coups de mouton de 743 kilogr., tombant de 13m10 sur le milieu de l'essieu posé sur deux supports écartés de 0m93, l'essieu étant retourné après chaque coup.

Ces épreuves ont été poussées jusqu'à la rupture :

1° Pour trois essieux en acier comprimé A, B, C mesurant chacun 150 millimètres de diamètre au centre et 140 millimètres de diamètre aux fusées et poinçonnés respectivement à 850, 950 et 1 050 degrés;

2° Pour un essieu en acier comprimé D, poinçonné à 950 degrés, celles de la fabrication de l'essieu C, le poinçonnage excepté s'est rompu au dix-huitième coup.

En donnant à l'essieu en acier comprimé une partie pleine au milieu, on évite aux essais la déformation que prendrait un essieu creux, ce qui fausserait la valeur de cet essai.

Fig. 15. — Acier forgé pris en A sur la fusée.

Fig. 16. — Acier forgé pris en B sur la fusée.

Fig. 17. — Acier comprimé pris en A sur la partie pleine.

Fig. 18. — Acier comprimé pris en B sur la partie pleine.

Fig. 19. — Acier comprimé pris en C sur la fusée.

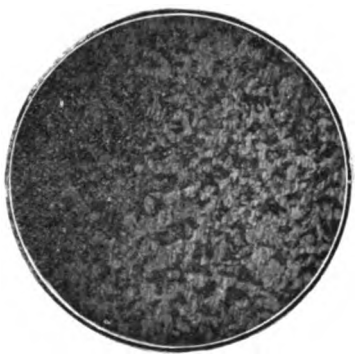


Fig. 20. — Acier comprimé pris en D sur la fusée.

Fig. 21. — Acier comprimé trempé pris en C sur la fusée.

Fig. 22. — Acier comprimé trempé pris en D sur la fusée.

trempé comme il a été dit plus haut et abandonné pendant cinq heures à une température de — 10 degrés avant l'épreuve au choc.

L'essieu C était trop dur par suite de sa forte teneur en carbone, aussi s'est-il rompu au trente-septième coup. La différence de poids entre les deux moitiés de l'essieu brisé n'atteignait pas 1 kilogr., ce qui témoigne de l'exactitude de la forme et de la régularité de la compression. Cette rupture par le milieu est d'ailleurs le cas général.

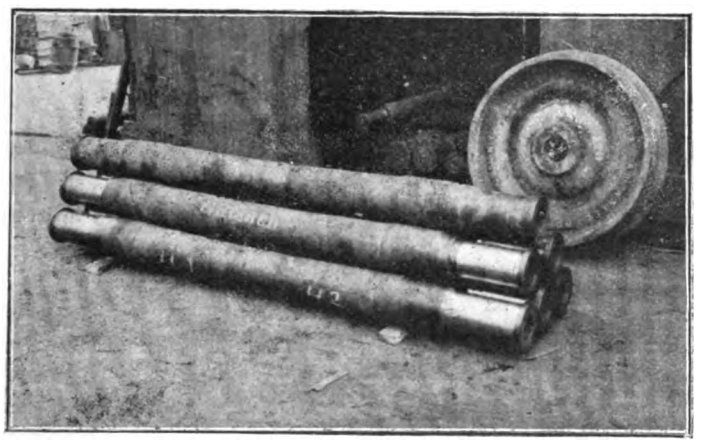


Fig. 23. — Lot de cinq essieux achevés surmontés d'un essieu brut.

A s'est rompu au soixante-douzième coup, B au cinquante-cinquième, C au trente-sixième, D au soixante-sixième; les flèches maxima ont été respectivement pour A de 190 millimètres, pour B de 165 millimètres, pour C de 124 millimètres, pour D de 149 millimètres.

Les essieux A, B, C ont été exécutés avec des lingots forgés au marteau-pilon, le matériel des forges étant encore insuffisant pour leur fabrication normale. Cela a pu améliorer la qualité de l'acier, mais cette amélioration a pu être compensée par le réchauffage avant le poinçonnage, car des essais ultérieurs ont donné quarante-quatre coups avant la rupture pour des lingots préparés normalement.

Un essieu préparé dans des conditions exactement semblables à celles de l'essieu C, mais non réchauffé avant le poinçonnage, a résisté à 70 coups.

Le tableau II donne les résultats des essais à l'extension et les analyses d'échantillons prélevés sur des essieux en acier comprimé et sur des essieux en acier au nickel.

Tableau II.

	ESSAIS SUR ÉCHANTILLONS prélevés sur	TENEUR en Ni	TENEUR en C	TENEUR en Mn	TENEUR en Ph	TENEUR en Si	CHARGE LIMITE D'ÉLASTICITÉ en kg par mm²	CHARGE DE RUPTURE en kg par mm²	ALLONGEMENT en millimètre %	RÉDUCTION DE SECTION
Acier comprimé	portée des roues	»	0,34	0,44	0,13	0,39	30	50	29	45,7
	fusée	»	0,34	0,44	0,14	0,42	28	49	25,5	34,4
	partie centrale	»	0,32	0,42	0,14	0,39	25	47	28	41,1
Acier au nickel	E	3,05	0,24	0,77	0,011	0,023	40	58	30	51,6
	F	3,55	0,22	0,75	0,011	0,022	39	56	32	50,3
	G	3,40	0,30	0,77	0,010	0,023	44	65	27	50,8
	H	3,50	0,26	0,85	0,09	0,020	37	57	32	58,9

L'essieu E s'est rompu au cinquante-deuxième coup; l'essieu F au soixante-deuxième; l'essieu G au quatre-vingt-troisième; l'essieu H au soixante-neuvième; le fléchissement au premier coup variait entre 133 et 108 millimètres.

M. C. Mercader résume ainsi les qualités du nouvel essieu, dans le mémoire qu'il a présenté à l'Iron and Steel Institute :

Forme excellente adaptée aux efforts que la pièce doit supporter.

Economie de 33 % de l'acier employé à la fabrication d'un essieu.

Grain amélioré par la compression interne et externe; travail à peu près uniforme des fibres dans le corps de l'essieu.

Fusées susceptibles d'un plus grand poli d'où économie de traction; cette économie est due aussi à la réduction du poids de l'essieu; un wagon de 45 tonnes, par exemple, est diminué, de ce fait, de 1,7 % de son poids ce qui permet à puissance de traction égale pour un train de 40 wagons de traîner une charge supplémentaire de 10 tonnes.

La cavité réduit l'échauffement des fusées. Elle peut servir de réservoir d'huile, et l'on peut adopter, par exemple, les dispositions de la figure 7.

Essieu parfaitement droit, de longueur bien déterminée, utilisable tel qu'il sort de la presse, sauf le tournage des fusées et des portées des roues.

Tournage dans toute la longueur de la pièce pour vérifier la qualité du métal devenu inutile.

Enfin, production triple dans le même temps sans augmentation du personnel de la forge.

M. R.

Digitized by Google

MINES

HAVEUSES MÉCANIQUES

employées dans les mines de houille.

(Suite [1].)

Haveuses a barre. — *Haveuse Hurd.* — La haveuse Hurd, construite par la maison Mavor et Coulson, consiste (fig. 12) en une barre animée d'un mouvement de rotation à l'aide d'un système d'engrenages commandé par un moteur électrique ; cette barre porte des trous dans lesquels sont fixées des dents qui entaillent le charbon, lorsque la barre tourne sur elle-même. L'appareil est porté par un bâti monté sur quatre petites roues à gorge, qui lui permettent d'avancer sur des rails. A mesure que la tige tourne, la machine avance, de façon que les dents mordent toujours dans le charbon, en creusant une *sous-cave* horizontale ayant comme profondeur la longueur de la barre.

Cet avancement, parallèle au front de taille, s'obtient à l'aide d'un mouvement d'encliquetage commandé par le moteur lui-même : à l'avant de la machine, se trouve un petit treuil sur lequel s'enroule un câble, qui va passer sur une poulie fixée à un pilier solidement coincé à quelques mètres en avant, et dont l'extrémité est accrochée au bâti de la haveuse ; le treuil porte une roue dentée que pousse à intervalles réguliers un rochet actionné par le moteur. On règle le mécanisme de façon que le rochet vienne buter successivement contre toutes les dents de la roue du treuil, ou qu'il laisse, au contraire, passer une ou deux dents ; le câble s'enroule ainsi plus ou moins vite sur le treuil, et l'on obtient de cette manière une vitesse d'avancement de la machine plus ou moins grande, suivant la dureté du charbon que l'on have. C'est sur le même principe que repose le mouvement d'avancement automatique des machines à disque, que nous décrirons plus loin.

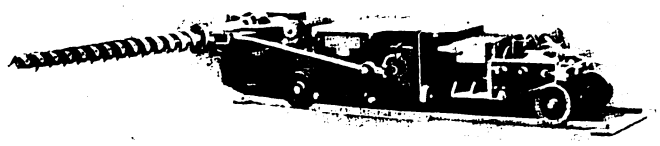


Fig. 12. — Haveuse Hurd.

Les haveuses Hurd se construisent en trois grandeurs. Le tableau suivant donne les dimensions principales correspondant à ces trois types :

	TYPE A	TYPE B	TYPE C
Longueur totale . . . . . mètres.	1,95	2,77	2,85
Largeur totale . . . . . —	0,75	0,80	0,80
Hauteur totale au-dessus des rails . . —	0,325	0,400	0,550
Poids de la machine . . . . . kilogr.	950	1 500	2 250
Poids de la tige . . . . . —	75	125	150
Profondeur du havage . . . . . mètres.	0,75 à 1,05	0,90 à 1,35	1,20 à 1,80
Puissance du moteur . . . . . chevaux.	12	18	26
Voltage aux bornes . . . . . volts.	500	500	500
Écartement des rails . . . . . mètres.	0,45 à 0,67	0,52 à 0,70	0,60 à 0,70

Haveuses a chaine. — *Haveuses Jeffrey.* — La haveuse Jeffrey (fig. 14) se compose de trois parties :

1° Un bâti en fer, qui est fixe, et que l'on arc-boute solidement en avant et en arrière contre le front de taille et contre le toit. Ce bâti se place sur un truck qui roule sur des rails jusqu'à l'endroit où l'on veut haver ; on fait alors glisser la haveuse en soulevant l'arrière du truck, et on la cale comme nous venons de le dire ;

2° Un cadre mobile qui porte la chaîne ; tout le long de cette chaîne sont fixés des couteaux qui attaquent le charbon, quand la chaîne se met en mouvement par la rotation d'une roue dentée sur laquelle elle s'enroule ;

3° Un chariot moteur qui avance sur le bâti de la machine, ainsi que le cadre qui porte la chaîne, en même temps que celle-ci tourne. Cette translation est obtenue à l'aide d'un engrenage à crémaillère commandé par le moteur. Une fois le cadre arrivé à fond de course,

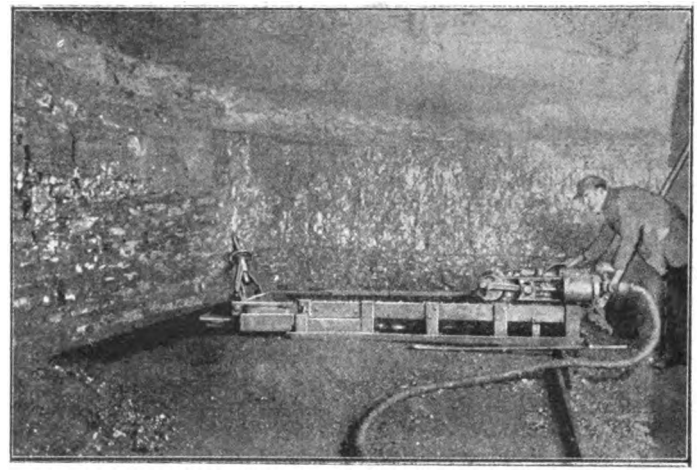


Fig. 13. — Haveuse à chaîne à air comprimé, système Jeffrey, en fonctionnement.

l'ouvrier agit, par un levier, sur un changement de marche qui fait revenir le cadre en arrière jusqu'à sa position initiale à laquelle il s'arrête automatiquement. On fait alors glisser transversalement l'appareil, de façon qu'il puisse recommencer à entamer le charbon à la suite de la portion déjà havée.

Le moteur est, soit électrique, soit à air comprimé ; sa puissance est d'environ 15 chevaux.

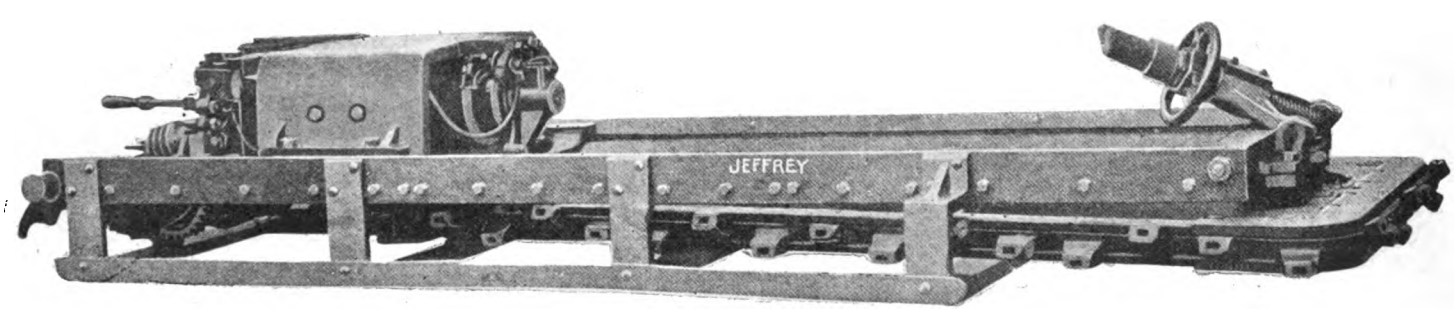


Fig. 14. — Haveuse électrique à chaîne, système Jeffrey.

La figure 14 représente une haveuse électrique, construite pour le travail dans les veines minces ; sa hauteur au-dessus du sol n'est que de 45 centimètres. Son poids est d'environ 1 300 kilogr. Dans la haveuse à air comprimé (fig. 13), la hauteur est de 53 centimètres ; le moteur est à deux cylindres, disposés de chaque côté à l'arrière du cadre.

Les haveuses Jeffrey peuvent creuser des sous-caves de 1m 50, 1m 80 ou 2m 10 de profondeur, suivant la longueur du cadre mobile, et sur une largeur de 97 centimètres ou de 1m 10 ; l'épaisseur du havage est de 10 centimètres. En Amérique, on fait avec ces machines de 25 à 75 coupes par jour, suivant la nature de la houille.

Rouilleuse Jeffrey. — La rouilleuse Jeffrey (fig. 15) est destinée à tracer, dans un front de taille, un sillon vertical, tandis que la haveuse ordinaire trace un sillon parallèle au mur de la couche. Son principe est identique à celui de la haveuse que nous venons de décrire, avec cette différence que le cadre qui porte la chaîne coupante est vertical.

La hauteur du havage, déterminée par la hauteur du cadre, est de 90 centimètres ou 1m 20, suivant les types ; la profondeur du sillon est de 2m 10, et sa largeur de 10 centimètres.

Le bâti porte deux essieux sur lesquels on monte les roues qui servent à transporter la machine sur rails jusqu'au front de taille. Il porte également quatre douilles, dans lesquelles passent les piliers qui la soutiennent pendant son fonctionnement, et qui sont maintenus entre le toit et le mur à l'aide de vis calantes. Les deux piliers d'arrière sont réunis par une semelle, et forment un plan vertical dans lequel se trouve à peu près le centre de gravité de la rouilleuse. Ils

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 10, p. 149.

Digitized by Google

sont munis chacun d'une crémaillère avec laquelle peut engrener un pignon commandé par le moteur, ce qui permet ainsi de faire monter ou descendre la machine à volonté; on la fixe à la hauteur convenable à l'aide de vis de serrage.

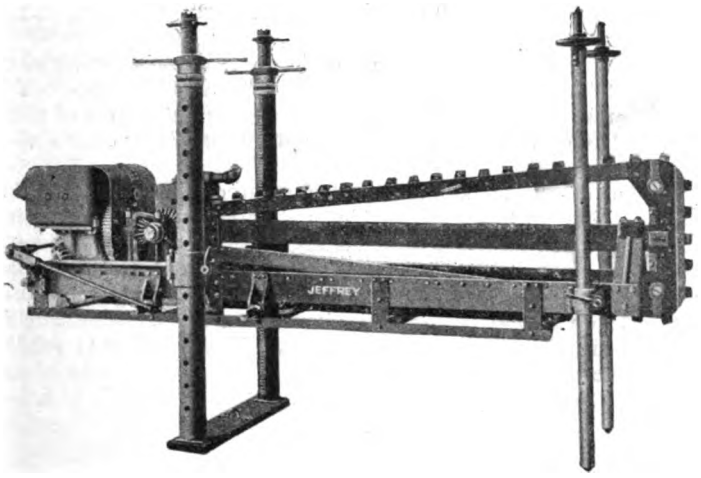


Fig. 15. — Rouilleuse Jeffrey.

La machine est actionnée par un moteur électrique à quatre pôles; dans du charbon de dureté moyenne, elle fait une rouillure de 2 mètres de hauteur en une vingtaine de minutes.

Haveuse Goodman. — Le cadre fixe de la haveuse Goodman (fig. 16) est maintenu contre le mur de la veine à l'aide de deux vis de pression placées à l'avant et à l'arrière; ce cadre porte deux glissières sur lesquelles se déplace le moteur électrique pendant l'avancement du cadre mobile qui porte la chaîne coupante. Le havage terminé, on renverse le courant électrique pour faire tourner le moteur en sens contraire, et le ramener à sa position primitive; ce mouvement en arrière s'arrête automatiquement lorsque le moteur arrive au bout des glissières; des rouleaux, disposés sous le cadre, permettent de déplacer facilement la machine. L'épaisseur de l'entaille, déterminée par les

Fig. 16. — Haveuse Goodman.

angles suivant lesquels les couteaux sont fixés à la chaîne, est de 10 centimètres. Il existe trois types de machines, suivant les dimensions du cadre :

TYPES	Largeur du cadre mobile à l'avant	Longueur du cadre mobile
I	1m 05	1m 50
II	1m 12	1m 80
III	1m 20	2m 10

Dans les houillères américaines, on fait, avec la haveuse Goodman, de vingt-cinq à trente-cinq havages par journée de dix heures, suivant la dureté des veines.

Haveuse Mitchell. — La haveuse Mitchell, construite par la maison Sullivan, est une dépileuse caractérisée par son système d'avancement automatique le long du front de taille. Le bâti est en deux pièces: celle d'avant porte une glissière, dans laquelle passe une barre de guidage, qui est fixée au moteur et au cadre de la chaîne, de telle sorte que ces pièces (moteur et chaîne), avancent en même temps. Le mouvement d'avancement est obtenu par le système suivant : une chaîne, fixée en un point situé à l'avant de la partie fixe du bâti, vient s'enrouler sur un treuil vertical actionné par le moteur, de sorte que la partie mobile (moteur, treuil et chaîne coupante) avance, en se halant sur la chaîne, pendant que la chaîne coupante qui porte les couteaux est animée, par le moteur, du mouvement de translation ordinaire. Une fois la partie coupante entrée dans le charbon, on enlève la partie postérieure du bâti, et on dispose la chaîne de halage de la façon suivante : l'extrémité qui était attachée au bâti est fixée en un point situé contre le front de taille, à quelques mètres vers la gauche; l'autre extrémité, qui sort du treuil, est fixée à un tendeur solidement calé vers la droite. Quand le moteur tourne, la machine se hale ainsi le long de la chaîne, en allant de droite à gauche, et la chaîne coupante creuse dans le charbon un sillon horizontal. La figure 17 représente la haveuse pendant cette opération; la figure 18 est une vue de la machine avec son bâti postérieur. En tendant plus ou moins la chaîne de halage, la chaîne coupante attaque le charbon plus ou moins obliquement, et l'effort à vaincre par la machine est plus ou moins grand.

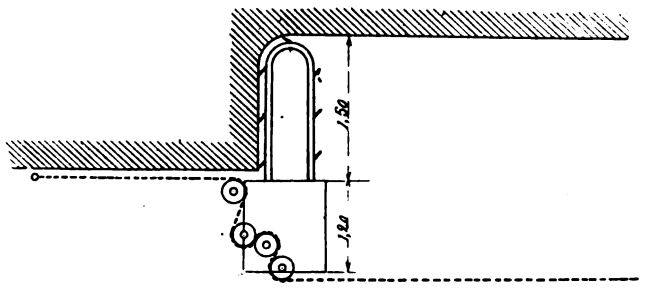


Fig. 17. — Schéma du fonctionnement de la haveuse Mitchell-Sullivan.

Le moteur est à axe vertical; sa puissance est de 30 chevaux. La

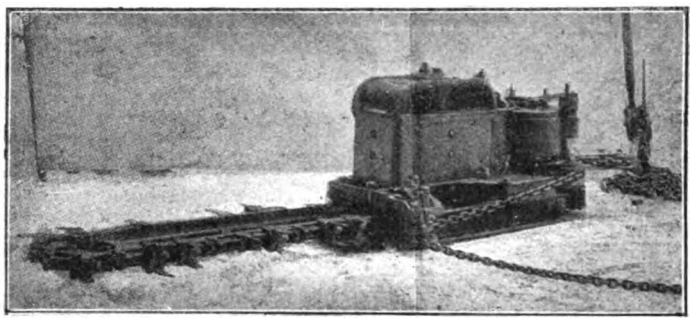


Fig. 18. — Haveuse ripante Mitchell-Sullivan.

largeur du cadre coupant est de 50 centimètres; la profondeur du havage de 1m 50; la longueur du bâti qui dépasse le front de taille est de 1m 20.

Dans des charbons de dureté moyennne, cette machine peut faire environ 60 mètres d'avancement par poste de 8 heures. Son poids n'est que de 860 kilogrammes.

J. Rosset,
Ingénieur civil des Mines.

(A suivre.)

PHOTOGRAPHIE

NOTES SUR QUELQUES PROCÉDÉS DE DÉVELOPPEMENT

Révélateurs à la métoquinone.

L'un des développateurs les plus employés à cause de ses qualités de propreté et de longue conservation a jusqu'ici été l'*hydroquinone*. C'est ce corps qui constitue la base de presque tous les développateurs préparés d'avance en solution concentrée. Son inconvénient principal est de donner des images à contrastes trop violents, sans demi-teintes, toutes les fois qu'on se trouve en présence de clichés n'ayant pas reçu une très forte exposition.

Pour obvier à cet inconvénient, on a depuis longtemps également cherché à l'associer à d'autres développateurs présentant le défaut inverse, c'est-à-dire fournissant, lorsqu'on les emploie seuls, des images trop douces, grises et manquant d'intensité. Parmi ces derniers, le *métol* (sulfate de méthylparamidophénol) est un de ceux qui sont le plus fréquemment employés.

MM. Lumière et Seyewetz, en étudiant de plus près cette action, ont été amenés à conclure que, l'effet modificateur du métol se produisant dans les meilleures conditions pour des doses bien déterminées des deux produits, il devait y avoir combinaison chimique déterminée, correspondant à un corps nouveau. La théorie indiquait la possibilité de la combinaison, l'expérience en a montré la réalisation.

Le métol a une fonction nettement basique; l'hydroquinone au contraire a une réaction acide. Si l'on prépare séparément deux solutions aqueuses saturées, contenant respectivement : la première deux molécules de métol, la seconde une molécule d'hydroquinone; si on les mélange et qu'on sature les solutions mélangées par du sulfite de soude

Digitized by Google

anhydre, on obtient, au bout de quelques instants, un précipité abondant sous forme de paillettes blanches brillantes : c'est la *métoquinone*.

Ce corps fond, sans se décomposer, vers 135 degrés, alors que l'hydroquïnone fond à 169 degrés et le métol à 87 degrés. Ses propriétés physiques et chimiques diffèrent entièrement de celles de ses composants; c'est un composé et non un mélange.

Soluble dans l'eau froide (1 °/₀ à 15 degrés), il l'est beaucoup plus à chaud (10 °/₀ à 100 degrés). L'alcool, à 15 degrés, en dissout 20 °/₀. Mais le meilleur dissolvant est l'acétone, qui en dissout environ 35 °/₀ à la température ordinaire. Cette solubilité est même employée pour la préparation de révélateurs concentrés (1).

La principale propriété de la métoquinone est de posséder déjà la propriété développatrice au contact du sulfite de soude seul, sans addition d'alcalis, et de s'oxyder très difficilement. Cette seconde propriété a pour conséquences immédiates de permettre aux révélateurs de se conserver très longtemps, même en flacons ouverts, de se colorer très lentement et de ne pas tacher les doigts.

L'addition du bromure de potassium dans les bains produit un effet retardateur très marqué et permet, par suite, l'utilisation des clichés surexposés. Les carbonates alcalins, l'acétone, le formosulfite et surtout les alcalis libres augmentent, d'une façon considérable, le pouvoir développateur de la métoquinone, ce qui permet de tirer parti de clichés assez fortement sous-exposés.

Suivant le corps dont on l'additionne, la métoquinone permet donc de tirer le meilleur parti possible de clichés présentant des écarts de pose très considérables.

Pour obtenir de ce révélateur un maximum d'élasticité, et pouvoir dans tous les cas obtenir des clichés à développer l'effet et le rendement les plus considérables, nous avons été amené à constituer une série de cinq bains dont la composition est la suivante :

I. — *Bain extra-rapide :*

Eau	grammes.	1 000
Métoquinone	—	9
Carbonate de soude cristallisé	—	10
Sulfite de soude cristallisé	—	120
Lithine caustique	—	5

II. — *Bain rapide :*

Eau	grammes.	1 000
Métoquinone	—	9
Formosulfite	—	60

III. — *Bain normal :*

Eau	grammes.	1 000
Métoquinone	—	9
Sulfite de soude anhydre	—	60

IV. — *Bain lent :*

Eau	grammes.	1 000
Métoquinone	—	9
Sulfite de soude anhydre	—	60
Bromure de potassium	—	2

V. — *Bain extra-lent :*

Eau	grammes.	1 000
Métoquinone	—	9
Sulfite de soude anhydre	—	60
Bromure de potassium	—	5 à 10

Pour préparer ces bains, il faut avoir grand soin de dissoudre *d'abord* la métoquinone dans l'eau et d'ajouter ensuite les autres produits *dans l'ordre* où ils sont inscrits dans les formules.

Pour les épreuves sur papier, on emploiera avec avantage le bain rapide au formosulfite seulement. Il est bon, dans ce cas, d'avoir deux flacons de ce bain, l'un réservé aux clichés, l'autre aux papiers. Tous ces bains peuvent enfin être employés jusqu'à épuisement.

Usage des bains de développement. — Lorsqu'on se trouve en présence d'une série de clichés mélangés, la manière de procéder qui nous a donné les meilleurs résultats consiste à prendre cinq cuvettes, et à verser dans chacune d'elles un des bains préparés d'avance.

On porte le cliché, préalablement mouillé, dans le bain normal et on examine sa venue. S'il vient bien, on le laisse. S'il vient dur et peu détaillé dans les ombres, on le retire, on le lave sommairement et on le porte, soit dans le bain rapide, soit dans le bain extra-rapide. Il se peut alors que ce cliché, après avoir amélioré ses détails dans les bains rapides, montre des tendances à venir ensuite trop gris et uniforme; dans ce cas, on le lavera de nouveau rapidement et on le reportera, soit dans le bain normal, soit même, s'il est nécessaire, dans l'un des deux bains lents.

Si, dans le bain normal, le cliché vient gris, on le transporte dans l'un des deux bains lents, quitte ensuite, s'il prend trop d'oppositions, à le reporter à la fin du développement dans le bain normal ou même l'un des bains rapides.

Cette opération de transport du cliché d'un bain dans l'autre, au fur et à mesure de sa venue et suivant ce qu'on désire en obtenir, donne au développement une très grande élasticité et permet de faire rendre aux clichés le maximum de ce qu'ils sont capables de produire. La seule précaution consiste, entre chaque passage d'un bain dans l'autre, à effectuer un lavage rapide et sommaire dans l'eau propre, pour éviter que la quantité de bain qui mouille le cliché, lorsqu'on le retire, ne soit reportée dans le bain voisin et n'en modifie les propriétés.

Enfin, lorsqu'on trouvera des clichés par trop surexposés, et qui persistent à venir gris, même dans le bain extra-lent, nous conseillerons l'emploi d'un artifice qui nous a très souvent réussi, et nous a permis de sauver des clichés qu'on aurait pu considérer comme absolument perdus.

Lorsque des clichés se présentent ainsi avec les apparences d'une surexposition par trop considérable, on les *oublie* dans le bain extra-lent jusqu'à ce qu'ils soient devenus absolument opaques et que l'image apparaisse en positif sur le dos de la plaque. On les fixe et on les lave comme d'habitude, et on les baisse ensuite, soit dans une solution un peu forte de sulfate de peroxyde de cérium, soit dans l'eau iodée, obtenue en additionnant d'une quantité d'eau variable la solution concentrée suivante :

Eau	grammes.	1 000
Iodure de potassium	—	100
Iode sublimé	—	10

Après traitement à l'eau iodée, on fixe à nouveau dans l'hyposulfite et on lave. Cette seconde méthode donne d'excellents résultats, mais exige un peu plus d'habitude que l'affaiblisseur aux sels de cérium, dont nous conseillerons de préférence l'emploi à la majorité des opérateurs.

Le mode de développement à cinq bains, tel que nous venons de l'indiquer, est celui qui convient au laboratoire. Si, en voyage, on veut développer quelques clichés comme échantillons de temps de pose, on peut très bien se contenter d'emporter trois flacons de bain préparé : bain rapide, bain normal et bain lent. On laisse de côté le bain extra-rapide et le bain extra-lent, ce qui revient à sacrifier d'avance les clichés trop surexposés et ceux trop sous-exposés (1). On développera alors comme d'habitude, et on pourra même, comme il nous est arrivé très souvent de le faire, *ne pas fixer les clichés développés.* On les lave dans de l'eau renouvelée six fois pendant une demi-heure environ, soit toutes les cinq minutes, cette opération se faisant dans une lumière peu actinique; on les sèche ensuite à l'ombre, mais sans les passer à l'alcool ou au formol. Au retour, ces clichés non fixés sont mis à tremper dans l'eau pendant une heure environ, et on peut alors effectuer le fixage à l'hyposulfite et les lavages ordinaires.

On peut encore, pour éviter les lavages prolongés nécessaires après fixage, employer le ***Thioxydant Lumière*** qui n'altère pas les images photographiques et permet l'élimination très rapide de l'hyposulfite de soude. Le mode d'emploi de ce produit est le suivant :

Si on prend pour unité de surface à neutraliser une plaque 9 × 12 on composera le bain suivant :

Eau	grammes.	100
Thioxydant	—	1

Après développement et fixage, on rince la plaque à l'eau courante pendant deux minutes, ou on la met dans une cuvette dans laquelle on la laisse dégorger dans 100 centimètres cubes d'eau propre pendant dix minutes, en changeant l'eau trois fois pendant ce temps.

On laisse la plaque séjourner ensuite pendant cinq minutes dans le bain de thioxydant qu'on jette après emploi. On rince de nouveau la plaque à l'eau propre, et on la laisse deux minutes environ sous le robinet, ou on la dégorge comme précédemment pendant dix minutes dans l'eau propre changée trois fois.

Après cette opération, si l'on veut gagner du temps pour le séchage, on immerge la plaque dans la solution habituelle de formol et on l'y laisse séjourner quelques minutes. On sèche ensuite rapidement la plaque entre deux feuilles de buvard et on achève le séchage à l'étuve ou simplement dans un courant d'air. Les plaques ainsi traitées peuvent être empaquetées, environ trois quarts d'heure après leur sortie de l'hyposulfite, et présentent cependant toutes les garanties de conservation des plaques lavées et séchées convenablement. Le traitement au formol a seulement pour effet de rendre plus difficiles les opérations ultérieures de renforcement ou d'affaiblissement, si elles étaient nécessaires.

P. Bardy,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(1) La solution concentrée de métoquinone dans l'acétone a été appelée *metocetone* par MM. Lumière et Seyewetz.

(1) Pour éviter l'emploi de plusieurs flacons préparés d'avance, on peut encore, dans ce cas, emporter un seul flacon de métocétone (solution saturée de métoquinone dans l'acétone) et faire au moment de l'emploi le bain suivant :

Métocétone	centim. cubes.	3
Eau	—	100
Sulfite de soude anhydre	grammes.	6

Un flacon de métocétone, une petite pipette droite de 5 centimètres cubes et des paquets de 6 grammes de sulfite, pesés d'avance, constituent, avec un flacon de solution de bromure de potassium à 10 °/₀, les produits à emporter. Ce bain correspond au bain rapide; on en modère l'action en l'étendant d'eau et en ajoutant du bromure.

Digitized by Google

VARIÉTÉS

Appareil à inhalation d'oxygène.

Dans la séance du 29 juin de l'Académie des Sciences, M. d'Arsonval a présenté un nouvel appareil imaginé par M. Guglielminetti, qui permet de respirer l'oxygène provenant directement d'un tube à compression. L'appareil comporte un détendeur manométrique réglé de façon à ne laisser passer que 3 litres d'oxygène par minute, quantité largement suffisante dans tous les cas où l'on a recours à des inhalations d'oxygène.

Ce détendeur peut remplacer avantageusement les ballons de caoutchouc dans lesquels les pharmaciens transvasent et livrent l'oxygène destiné aux usages thérapeutiques. Ces ballons, ne contiennent, en effet, qu'une trentaine de litres et valent de 2 à 3 francs; en respirant au moyen du nouveau détendeur, les 30 litres ne reviennent qu'à 0 fr. 30, car le tube de 1 000 litres ne coûte que 10 francs.

Le caoutchouc donne d'ailleurs une odeur désagréable au gaz; de plus, il se forme, par le frottement des parois internes du ballon en caoutchouc, des poussières qui peuvent être aspirées par le malade et s'introduire dans les poumons.

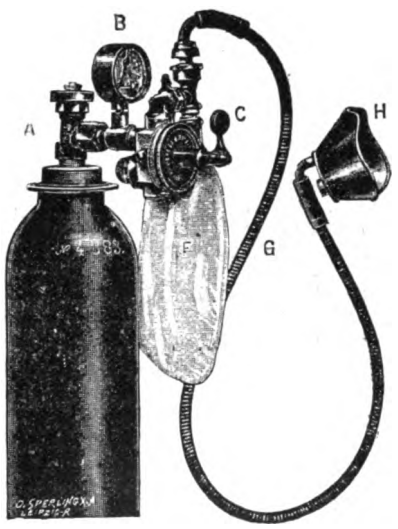
Un autre avantage de l'appareil est son masque en métal, facile à stériliser et dont la soupape pour l'expiration, en verre très léger, assure le bon fonctionnement.

Pour permettre de ne pas respirer l'oxygène pur, le masque est muni d'une prise d'air extérieur.

Le courant d'oxygène étant continu, le gaz qui s'écoule pendant l'expiration du malade pourrait se perdre; on évite cette perte au moyen d'un petit sac mince, placé sur le passage le long du tube de conduite et formant réservoir, qui permet en même temps, par sa compression et décompression isochrones aux mouvements respiratoires, de se rendre compte, objectivement, de leur fonctionnement.

La figure ci-jointe montre les différentes parties de l'appareil, qui sont :

A, robinet de fermeture du tube d'oxygène;
B, manomètre indiquant la pression et, par un calcul simple, le volume de gaz encore contenu dans le tube;
C, bascule qui ouvre le courant d'oxygène et qui le ferme;
F, réservoir d'oxygène du docteur Roth-Dräger;
G, tube en métal;
H, masque en métal.



Appareil à inhalation d'oxygène.

Le même détendeur peut servir pour transporter, dans très peu d'eau, du poisson vivant sans changer d'eau en route. Réglé à 30 litres d'oxygène par heure, par exemple, un tube de 700 litres doit durer vingt-quatre heures. C'est ainsi que 20 kilogr. de truites de torrent ont fait, dans 80 litres d'eau, le voyage de Suisse à Vienne, soit une vingtaine d'heures de chemin de fer, et que tous les poissons sont arrivés en bon état.

Un deuxième type d'appareil analogue au premier, mais très portatif, contient dans sa boîte un tube de 110 litres d'oxygène et peut être toujours prêt à fonctionner dans les cas d'alerte asphyxique, où souvent, en gagnant quelques minutes, on arrive à sauver la vie d'un homme.

Meules à affûter à immersion variable.

Selon le travail que l'on demande à une meule à affûter, il peut y avoir intérêt, dans certains cas, à la maintenir plus ou moins mouillée. Le moyen le plus simple est évidemment d'enfoncer la meule plus ou moins dans l'eau dans laquelle elle plonge, en réalisant un dispositif qui permette de faire varier le niveau de cette eau à volonté. C'est ce qu'on a fait pour la meule représentée sur les figures 1 et 2, empruntées à l'*Iron Age*.

Le socle de l'appareil est creux ; il est divisé en deux par une cloison horizontale B venue de fonte avec le bâti. Le compartiment inférieur forme réservoir d'eau et communique par le tube G avec le compartiment supérieur, dans l'eau duquel plonge la meule. Si l'on veut élever le niveau A de l'eau, il suffit de donner quelques coups de la pompe à air F, qui injecte par D de l'air comprimé dans le réservoir. Pour abaisser le niveau, il suffit d'ouvrir le robinet E, qui donne issue à l'air comprimé.

Le remplissage du réservoir se fait en versant l'eau dans le compartiment supérieur après avoir ouvert le robinet E. Comme le sommet du tube G est notablement au-dessus du fond B, l'eau qui s'écoule par G est pratiquement exempte de matières en suspension et le réservoir n'a pas besoin d'être nettoyé souvent. Ce nettoyage se fait

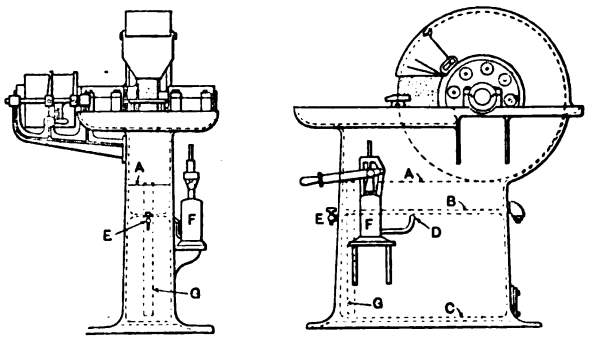
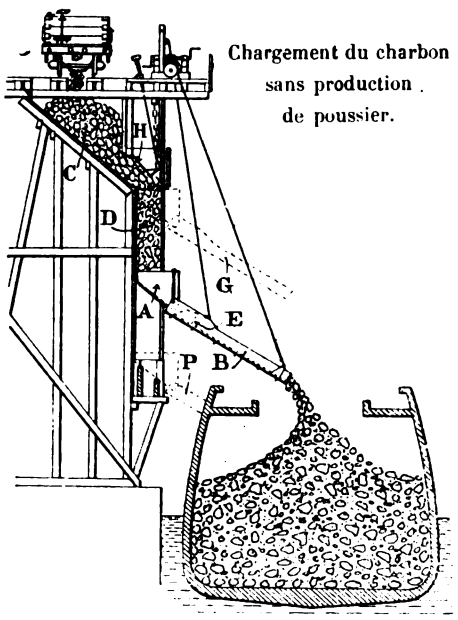


Fig. 1 et 2. — Meule à affûter à immersion variable.

d'ailleurs très facilement par une large porte placée sur l'un des côtés du bâti. Le compartiment supérieur, au contraire, reçoit la majeure partie des dépôts et, comme il est largement ouvert par en haut, son nettoyage ne présente aucune difficulté ; la vidange se fait par un bouchon placé sur le côté.

Chargement du charbon sans production de poussier.

La manutention des combustibles produit toujours une certaine quantité de menus ou de poussiers. Voici, d'après l'*Engineering News*, un dispositif qui a été adopté à Port-Richmond et à Philadelphie (États-Unis), de façon à réduire les pertes au minimum. Ce cas est celui qui correspond au chargement des navires dans un port où l'amplitude de la marée est très grande. Si l'on veut charger en tout temps, il faut prendre les dispositions pour le cas le plus défavorable; mais alors, dans les autres cas, les hauteurs de chute du charbon peuvent devenir considérables.



Chargement du charbon sans production de poussier.

La trémie C, dans laquelle se déverse le wagon qui amène le combustible, est terminée à sa partie inférieure par un conduit vertical D dont une longueur plus ou moins grande peut être utilisée selon la position qu'occupe la trémie A d'un couloir incliné B. Des tôles glissant les unes devant les autres et formant rideau ferment en avant le conduit D. Le couloir incliné a une pente constante, légèrement supérieure à celle qui correspond à la pente naturelle du charbon ; au moyen d'une vanne E, on règle le débit de façon que tout l'appareil soit plein depuis le bas jusqu'en haut ; dans ces conditions, le charbon ne fait que descendre ou glisser lentement sans chocs et ne tombe jamais en chute libre. H est une vanne d'arrêt. Les manœuvres se font au moyen de chaînes commandées par des treuils placés sur l'estacade. On voit en P et G les positions limites que peut prendre le couloir incliné.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 29 juin 1903.

Chimie industrielle. — *Sur la théorie des aciers au nickel.* Note de M. Ch.-Ed. GUILLAUME, présentée par M. Mascart.

Les aciers au nickel possèdent des propriétés irréversibles ou réversibles, suivant leur teneur en fer et en nickel; cette particularité, qui semble à première vue constituer un caractère fondamental des deux catégories d'alliages, laisse cependant apparaître entre leurs propriétés une grande analogie, comme cela ressort nettement de l'observation, faite par l'auteur, des phénomènes qui accompagnent leur refroidissement lent et graduel et qui dans les deux classes d'alliages ne se distinguent uniquement que par l'hystérésis thermique.

On démontre facilement que dans les alliages réversibles les relations quantitatives sont conservées comme dans les réversibles, et on peut admettre que les alliages réversibles d'acier au nickel sont constitués par des solutions réciproques du nickel avec le fer, tendant à se mettre dans l'état d'équilibre défini par des proportions déterminées de fer α et γ correspondant à chaque température.

Chimie végétale. — *Influence de la nature du milieu extérieur sur la formation et l'évolution des composés odorants chez la plante.* Note de MM. E. CHARABOT et A. HÉBERT, présentée par M. Haller.

L'étude de l'évolution des composés odorants, d'une part chez les plantes cultivées normalement, d'autre part chez les plantes ayant vécu sur des sols additionnés de sels minéraux, peut permettre de discerner la nature des phénomènes chimiques qui sont favorisés ou entravés en même temps que sont affectés tels ou tels phénomènes physiologiques, et de mettre en évidence les liens étroits reliant les deux ordres de phénomènes. Ces résultats peuvent, en outre, intéresser l'industrie des parfums.

Les auteurs ont soumis la menthe poivrée à l'influence de divers sels minéraux ajoutés au sol. A la fin de la végétation, ils ont procédé à l'extraction des huiles essentielles des plantes soumises aux divers modes de culture et déterminé les rendements.

Les meilleurs résultats ont été fournis par le chlorure d'ammonium qui a augmenté considérablement le rendement en huile essentielle, tout en assurant une récolte plus abondante. Les chlorures de sodium et de potassium n'ont pas d'influence sensible. Les sulfates, principalement ceux de manganèse, de potassium et d'ammonium, paraissent favorables à la production des composés odorants. Il en est de même du nitrate de sodium et du phosphate disodique.

Il résulte des analyses faites sur les plantes que les sels minéraux ajoutés au sol ont pour effet d'accélérer, d'une façon plus ou moins sensible, la diminution de la proportion d'eau chez la plante, et qu'ils favorisent, en outre, l'éthérification du menthol. Ces deux phénomènes: perte d'eau et éthérification du menthol paraissent être dus à des causes dépendantes.

Électricité. — *Sur les phénomènes de l'antenne de la télégraphie sans fils.* Note de MM. André BROCA et TURCHINI.

Les auteurs ont pu réaliser un électrodynamomètre pour courants de haute fréquence. Il se compose d'une lame d'aluminium de 30 μ d'épaisseur, de 1 centimètre de largeur, et de 80 centimètres de longueur, encastrée verticalement à son extrémité supérieure, et horizontalement à sa partie inférieure. L'appareil est réglé de manière que la lame ait une longue partie, à peu près verticale. De part et d'autre de celle-ci sont deux lames fixes, de 1 centimètre de largeur, réunies par une de leurs extrémités. Le courant passe dans les deux lames fixes en sens inverse, puis dans la lame mobile, qui est alors déviée. On lit cette déviation au microscope. L'appareil est étalonnable en courant continu moyennant une précaution; la lame mobile est, en effet, déviée par le champ magnétique terrestre; pour avoir la valeur de la déviation électrodynamométrique, il suffit d'opérer par inversion du courant dans les lames fixes. On a ainsi le double de la déviation électrodynamométrique prise à partir du zéro déplacé par l'action terrestre.

Les lames sont placées dans un conducteur creux mis en communication avec un de leurs points seulement. Cet appareil a permis aux auteurs d'étudier avec précision la variation de la résistance des métaux en fonction de la fréquence, au moyen de circuits de décharge de condensateurs. Réciproquement, la comparaison de l'échauffement d'un fil de cuivre de 0mm6 de diamètre, placé dans un calorimètre, à la déviation de l'électrodynamomètre a permis de mesurer avec précision la fréquence d'un courant quand elle est comprise dans les limites de son étalonnage.

Dans ces expériences, l'électrodynamomètre présente des déviations dissymétriques par rapport au zéro, quand on inverse le courant dans les lames fixes. Le point moyen ne change pas, soit en changeant ses connexions avec l'antenne, soit en changeant la polarité de celle-ci, ou en changeant le sens du courant dans la lame mobile.

MM. Broca et Turchini ont ensuite vérifié la loi suivante :

Malgré la variation considérable du courant le long de l'antenne, la différence de potentiel de marche est sensiblement constante tout le long de l'antenne; donc la répartition des potentiels le long de l'antenne est sensiblement linéaire, au moins sur les trois quarts de l'antenne.

Électrochimie. — *Recherches sur les piles à un liquide et à deux liquides. Vérifications.* Note de M. BERTHELOT.

Entre les forces électromotrices des divers éléments de piles renfermant des liquides ou des électrodes, soit divers, soit identiques, il existe certaines relations générales, prévues d'après les lois connues de l'électricité ou bien encore d'après certaines hypothèses plus ou moins certaines; ces relations sont vérifiables par l'expérimentation. Réciproquement, cette dernière peut servir à contrôler l'exactitude des mesures de potentiel et de force électromotrice, exécutées avec de semblables éléments de pile. Les observations de M. Berthelot peuvent être interprétées à ce double point de vue. Elles ont porté sur des éléments de pile à un liquide et à deux liquides, avec électrodes métalliques tantôt identiques aux deux pôles, tantôt dissemblables, et ce sont les résultats de ces observations et leur interprétation qui font l'objet de la présente communication (1).

Il s'agit de mesures exécutées dès que l'équilibre, attribuable à un régime initial régulier, a été établi et avant qu'aucune perturbation notable, attribuable soit à la polarisation, soit à l'altération des métaux, soit au mélange progressif des liquides au travers de la paroi des vases poreux, ait eu le temps de se manifester.

Mécanique. — *Sur les lois expérimentales du frottement de glissement.* Note de M. Henri CHAUMAT, présentée par M. P. Painlevé.

M. Painlevé a montré que la loi de Coulomb, relative au frottement, telle qu'elle est généralement acceptée, est en contradiction avec les équations du mouvement d'un solide dans certains cas réalisables. La contradiction résulte de ce que la rugosité plus ou moins grande des surfaces en contact modifie instantanément, non seulement la composante tangentielle Φ de la réaction, mais encore la composante normale N, sauf dans des cas très particuliers qui sont précisément ceux où, jusqu'ici, se sont toujours placés les expérimentateurs.

M. Chaumat a repris, à ce point de vue, l'étude expérimentale du frottement de glissement et s'est limité exclusivement au frottement à sec de deux solides, qui seul semble se prêter à des mesures vraiment précises, et au cas de deux disques plans. En faisant certaines hypothèses, il trouve en fonction des diverses données du problème une certaine grandeur qui, par son signe, indique s'il y a mouvement ou non. D'après les résultats trouvés, il en conclut qu'on peut réaliser assez facilement des systèmes qui contredisent sûrement la loi de Coulomb. C'est ainsi que, toutes choses égales d'ailleurs, le rapport $\frac{\Phi}{N}$ diminue quand on décentre un disque circulaire (c'est-à-dire quand on supprime la coïncidence de son centre de gravité avec son centre géométrique), ce que l'auteur a vérifié expérimentalement.

Physiologie. — *Influence de l'altitude sur la durée de la réduction de l'oxyhémoglobine chez l'homme.* Note de M. A. HÉNOCQUE, présentée par M. J. Janssen.

L'auteur a eu en vue de déterminer l'influence produite sur l'activité des échanges respiratoires par des ascensions et par le séjour à des altitudes pouvant être utilisées pour une action thérapeutique, par conséquent variant de 1000 mètres à 2500 mètres. Il a étudié les modifications de la durée de la réduction de l'oxyhémoglobine sur lui-même pendant un séjour de trois semaines à Chamonix, dans le massif du Mont-Blanc, aux Rochers de Naye et en Auvergne.

L'effet du séjour à ces altitudes est de rendre moitié moindre l'activité des échanges respiratoires entre le sang et les tissus. En même temps, la quantité d'oxyhémoglobine diminue progressivement de 11,5 à 11 et 10 %, et la durée de la réduction de l'oxyhémoglobine se prolonge; ce phénomène donne une explication nouvelle de l'adaptation de l'organisme humain à ces hauteurs.

En résumé, la diminution de l'oxygène de l'air, suite de la diminution de la pression atmosphérique à la montagne, a pour résultat la diminution de l'activité de réduction, ou activité des échanges entre le sang et les tissus, ainsi que des phénomènes de dénutrition. Il y a économie sur les dépenses. Ces notions présentent une grande importance par leurs applications à l'hygiène et à la thérapeutique. En effet, la diminution de l'activité des échanges, aux altitudes de 1000 à 2000 mètres, motive le séjour dans les stations climatériques élevées lorsque, l'activité des échanges étant exagérée au début de la tuberculose, les tuberculeux doivent bénéficier de cette action, en quelque sorte sédative, de la montagne. Mais il importe, dans ce cas, d'en étudier les effets par l'observation méthodique de la richesse du sang en oxyhémoglobine et celle de son activité de réduction.

Physique. — I. — *L'électro-typographe et le télé-typographe.* Note de M. DE TAVERNIER, présentée par M. d'Arsonval.

L'électro-typographe est une machine qui fabrique, d'après les caractères imprimés par le compositeur sur une machine à écrire spéciale, la composition typographique en caractères mobiles, fondus au fur et à mesure, et disposés en lignes justifiées à 1 millimètre près. Cette fabrication individuelle des caractères assure leur netteté et la régularité de leur hauteur, conditions essentielles d'une bonne impression, en même temps qu'elle rend les corrections faciles.

La machine à fondre produit de 4600 à 5200 caractères à l'heure et la machine à écrire 9000 à 10000, avec un opérateur un peu entraîné.

L'électro-typographe est complété par l'appareil télé-typographique qui, pouvant répéter à toutes distances les perforations de la bande enregistreuse, permet de composer le même texte en même temps dans plusieurs villes différentes.

Cet appareil emploie beaucoup d'organes du télégraphe Baudot; il peut fonctionner en triple, c'est-à-dire perforer en même temps trois bandes différentes et débiter 33000 caractères par heure.

II. — *Sur la liquéfaction anticipée de l'oxygène de l'air.* Note de M. Georges CLAUDE, présentée par M. d'Arsonval.

On sait que, quand on évapore de l'air liquide, l'azote, plus volatil que l'oxygène, se gazéifie le premier : il semble donc qu'inversement et comme dans le cas général, si on liquéfie un mélange des deux gaz, l'oxygène doive se condenser le premier; or, le phénomène est encore mal connu, et les opinions les plus contradictoires ont cours à ce sujet.

Dans les proportions où il existe dans l'air, il résulte des expériences faites par M. Claude que le mélange des deux gaz se liquéfie en suivant la règle générale, et que le phénomène de la condensation est bien l'inverse de celui de la vaporisation.

Ces essais ont été effectués à l'aide d'un faisceau tubulaire immergé verticalement dans l'air liquide d'un récipient, et relié à une source d'air comprimé à basse pression à travers un échangeur de température préalablement refroidi à — 160 degrés. M. Claude, en soutirant l'air liquide à mesure de sa production, a obtenu des liquides à 36, 42 et 48 % d'oxygène, selon la quantité d'air gazeux soutiré en même temps.

Ces résultats sont intéressants au point de vue pratique, car la préparation de l'oxygène liquide à partir de l'air peut se faire sans qu'il soit nécessaire de liquéfier l'air tout entier et de le soumettre ensuite à la distillation fractionnée comme cela a lieu dans l'appareil de Linde; il suffira de pousser la liquéfaction jusqu'à produire l'oxygène liquide seulement.

A. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 4, p. 62, et n° 10, p. 159. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

Digitized by Google

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AGRICULTURE

Propriétés physiques et mécaniques des engrais. — M. Henry Dupays, Ingénieur-agronome, examine, dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, du 30 avril, les propriétés physiques des différents engrais employés dans la pratique courante et étudie la façon dont ils se comportent dans les appareils distributeurs. La distribution régulière des engrais, à l'aide des machines, présente souvent de grandes difficultés dues principalement au *faible débit* à fournir par unité de surface, à l'*état* et aux *propriétés physiques* des matières à manipuler.

L'auteur a scindé les résultats de ses recherches en deux groupes distincts. Dans le premier, il a compris ce qui se rapportait à la détermination expérimentale de différentes propriétés physiques des engrais: teneur en eau, grosseur des éléments, poids spécifique, densité apparente, proportion relative des vides et des pleins, talus naturel, etc. Dans le second groupe, il a réuni un certain nombre de résultats d'ordre pratique qui renseignent utilement sur les propriétés des engrais au point de vue mécanique, sur les états successifs de ces engrais manipulés dans les machines; il y étudie l'influence du tassement, du frottement, du mécanisme des machines et des orifices de sortie. D'après M. Dupays, les résultats qu'il a obtenus faciliteront l'étude de la valeur comparative des principaux systèmes de distributeurs d'engrais pulvérulents employés en pratique, étude qui devra se faire, cette fois, dans les champs, sur des appareils fonctionnant dans les conditions normales de la pratique.

CHEMINS DE FER

Système Sprague à motrices multiples pour la commande des trains électriques. — Depuis plus d'un an, un train Sprague fonctionne sans interruption sur la nouvelle ligne de Paris à Versailles, de la Compagnie de l'Ouest (1). Ce genre de train, qui a été mis en pratique aux États-Unis, dès 1898, est constitué par le groupement d'éléments semblables: chaque unité comporte sa prise de courant, son retour par les rails ses moteurs, ses rhéostats de démarrage et les divers dispositifs nécessaires au changement de sens et de vitesse de rotation des moteurs. L'élément peut être formé d'une ou de plusieurs voitures. Un ou plusieurs éléments, en nombre quelconque et dans un ordre de succession quelconque, constituent un train. Grâce à l'asservissement des appareils de chaque unité à une commande générale, le train formé obéit aux manœuvres indiquées à l'aide d'un poste de commande situé en un point quelconque de l'un des éléments; aucun courant de forte intensité ne passe d'une voiture à l'autre.

L'élément de train comporte des moteurs d'une puissance totale déterminée par les conditions de la ligne considérée et le poids total de l'élément; ses moteurs sont distribués de telle sorte que le poids supporté par les essieux moteurs assure l'adhérence désirable.

Dans une récente communication à la *Société internationale des Électriciens* (Bulletin de mars), M. J. de Traz a décrit en détail ce système qui présente un certain nombre d'avantages au point de vue de l'exploitation des chemins de fer. Il y a fait remarquer en particulier que sa complication était plus apparente que réelle; cette complication ne peut, d'ailleurs, intervenir que dans le montage de l'équipement d'une voiture, car, en cas d'accident en cours de route, le mécanicien se contente de mettre hors circuit la voiture endommagée, qui est ensuite remplacée ou réparée au plus prochain dépôt par des ouvriers spéciaux.

Il sera donc toujours prudent, avec de tels trains, de prévoir une puissance de moteurs supérieure à celle strictement nécessaire pour la marche normale.

Le contact par troisième rail. — Dans le *Tramway and Railway World*, du 12 mars, M. G.-T. Hanchett expose les difficultés que présente la prise de courant par troisième rail, dans les chemins de fer électriques. Le principal écueil provient de ce que le contact n'a lieu que par quelques points, et que toute matière étrangère, cendre, verglas, etc., qui s'accumule sur le rail, tend à soulever le frotteur et à faire cesser le contact.

Pour le verglas, deux solutions se présentent: ou nettoyer le rail, ou s'arranger pour obtenir le contact malgré la couche de glace. Le verglas peut s'enlever par voie chimique ou mécanique. L'emploi du sel et du chlorure de calcium présentent divers inconvénients.

L'auteur détaille les moyens employés pour l'enlèvement mécanique: emploi d'un râcloir, d'une roue à encoches, de brosses en acier appuyées par l'air comprimé, etc. Il montre qu'il y aurait grand intérêt à sectionner le frotteur, de façon que le soulèvement ne soit que partiel.

Il propose enfin de fondre le verglas, soit directement par le courant électrique en supprimant momentanément les feeders, soit à l'aide d'un transformateur porté par une voiture spéciale.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Dosage rapide du phosphore d'un acier. — La valeur d'une méthode d'analyse rapide est caractérisée, en général, moins par le temps minimum employé pour une recherche isolée, que par le nombre d'analyses possibles dans un temps donné.

Pour le dosage du phosphore d'un acier, la méthode de Goetz, inventée il y a quinze ans, est la plus commode; mais elle est peu employée aux États-Unis, probablement à cause de son peu de précision.

M. G. Auchy décrit, dans l'*Iron Age* du 16 avril, sa nouvelle méthode qui est à la fois précise et rapide. Elle est caractérisée principalement par la séparation, dans une turbine centrifuge, du précipité obtenu par la méthode ordinaire.

L'auteur donne le résultat de cinq analyses exécutées suivant cette méthode. Trois de ces analyses ont donné une teneur exacte à moins de 0,001 °/₀ près, les autres à moins de 0,002 °/₀ près.

CONSTRUCTIONS NAVALES

L'installation électrique des chantiers « Vulcan ». — Les chantiers de constructions navales Vulcan, à Stettin, ont construit annuellement, de 1896 à 1901, 60 000 tonneaux de navires, avec une puissance totale de 64 500 chevaux indiqués. Le développement croissant de l'outillage a conduit à distribuer électriquement la force motrice, qui était fournie jusque-là par 41 machines à vapeur distinctes.

Actuellement, la force motrice est produite par 5 groupes électrogènes de 550 chevaux, et envoyée à 300 moteurs électriques par une canalisation dont le développement atteint 101 kilom. Cette installation se trouve décrite d'une façon très détaillée dans *Traction and Transmission*, de mai et juin. Le courant triphasé à 500 volts (quelquefois transformé à une tension plus basse) est employé pour les machines-outils, et le courant continu à 110 volts sert à l'éclairage et à l'alimentation de quelques outils portatifs. Les outils sont commandés par groupes, ce qui assure une bonne utilisation des moteurs malgré les variations du travail de chaque outil. L'énergie électrique produite est de 10 000 kilowatts-heure par jour, et la consommation de charbon de 1ᵏᵍ 65 par kilowatt-heure (briquettes à 16,40 marks la tonne).

On trouvera, dans l'article, des renseignements complets sur l'épuration de l'eau, le pesage automatique du charbon, la condensation, le graissage, etc.

Le service de nuit est assuré par un groupe électrogène de 400 chevaux.

Les feeders, en câble sous plomb, sont posés dans un caniveau en béton; les moteurs triphasés sont, les uns en cage d'écureuil, les autres à induit enroulé. Un certain nombre de grosses machines (cisailles, machines à rouler les tôles) sont actionnées par moteurs séparés.

ÉLECTRICITÉ

Développement des usines électriques à Chicago. — La station de Harrisson Street, qui dessert Chicago, comporte actuellement une puissance de 15 600 kilowatts. Cette usine est entièrement chargée, et nécessite même l'intervention d'un matériel à vapeur auxiliaire installé aux sous-stations. La Chicago Edison and Commonwealth C° construit en ce moment une nouvelle station à Finsk Street, sur la Chicago River. L'usine est entourée par l'eau de trois côtés, ce qui facilite les approvisionnements de charbon et a permis de séparer entièrement la prise d'eau de l'évacuation.

Le bâtiment actuel est prévu pour quatre groupes de 5 000 kilowatts, formés chacun d'une turbine à vapeur Curtis accouplée à un alternateur, à la vitesse de 500 tours. Le peu d'espace occupé par les turbines a conduit à disposer d'une façon spéciale la salle des chaudières.

L'énergie est envoyée à 9 000 volts triphasés, 25 périodes, par des câbles souterrains, à la sous-station de Madison Street, et à cinq autres sous-stations qui sont en construction. Le matériel transformateur sera formé, partie de convertisseurs, partie de commutatrices.

L'*Electrical World*, du 23 mai, décrit ces diverses installations.

HYGIÈNE

Desséchement des marécages en Russie. — Le *Bulletin de l'Hydraulique agricole* (fascicule 28) publie une étude sur les travaux de desséchement entrepris en Russie pour supprimer les marécages qui y occupent de grandes étendues, appartenant tant à l'État qu'à des particuliers.

Le desséchement de ces marécages tourbeux, dont la surface ne tend qu'à augmenter, préoccupait déjà l'empereur Alexandre Iᵉʳ; mais les travaux qu'il fit entreprendre n'affectèrent que de faibles étendues et subirent de fréquentes interruptions. C'est seulement à partir de 1872 que les efforts en ce sens devinrent effectifs; les missions créées à cet effet se proposaient de rendre les étendues dénudées à l'arboriculture, d'y créer de nouveaux prés, et de faire servir les canaux de desséchement aux communications pour faciliter le transport des bois et augmenter le revenu des fermes forestières.

Les procédés d'exécution comprenaient le nivellement des étendues à dessécher, l'étude du sous-sol et la détermination exacte de la direction à donner aux canaux de desséchement, qui furent creusés dans la partie la plus basse des marécages et dirigés vers les rivières; celles-ci furent élargies à leur tour pour permettre l'écoulement régulier des eaux marécageuses.

Les travaux de desséchement des terres appartenant à l'État, effectués jusqu'en 1897, ont porté sur une étendue de 614 364 hectares, dont 393 062 étaient susceptibles d'être mis en valeur. Ceux-ci ont été transformés soit en forêts, soit en prairies; dans les deux cas les surfaces desséchées s'ensemencèrent par la voie naturelle. La régénération de la végétation des prés s'y accomplit dans une période de six à sept ans.

Pour débarrasser les marécages de leur couverture végétale, morte ou vivante, on eut la plupart du temps recours au feu, les étendues étant trop considérables pour permettre le labourage ou le hersage.

Au point de vue de l'arboriculture, la construction de canaux de desséchement provoqua un accroissement sensible des forêts; servant au printemps, pendant les grandes eaux, pour le flottage des bois, ces canaux ont de plus exercé une notable influence sur l'économie forestière; ils ont abaissé les frais de transport de 75 à 80 °/₀ et ont permis l'exploitation de forêts que leur éloignement rendait inutilisables.

Dans la dernière année, l'augmentation de rapport pour les seules forêts de l'État a surpassé 100 000 roubles.

Des expériences ont été faites, également avec succès, par les missions, sur des étendues desséchées plus restreintes, concernant la culture du blé, des plantes fourragères et potagères, en vue d'encourager l'initiative des paysans, en leur démontrant la possibilité de ces cultures sur les marécages reconquis.

MÉCANIQUE

Recherches sur les moteurs à alcool et les moteurs Diesel. — M. Meyer, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, des 11 et 25 avril, 2 et 9 mai, donne un compte rendu détaillé des essais effectués sur les locomobiles à alcool, en 1902, par les soins de la Société allemande d'Agriculture, ainsi que de ses études personnelles sur des moteurs Diesel.

Les essais de la Société d'Agriculture ont eu lieu à Berlin. L'auteur décrit les moteurs présentés par huit constructeurs allemands et groupe dans plusieurs tableaux leurs données caractéristiques, les puissances développées aux diverses vitesses, la consommation en alcool, et les courbes de consommation de chaque moteur, depuis la marche à vide jusqu'à pleine charge. Il examine l'influence de la compres-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 26, p. 419.

Digitized by Google

sion, la limite supérieure qu'on ne peut dépasser, et les dispositifs adoptés par les concurrents pour l'utiliser le mieux possible; il recherche, d'après les résultats de l'expérience, quel est le rendement thermique obtenu pratiquement : ce rendement semble compris, à pleine charge, entre 20 et 30 °/₀.

L'alcool carburé, dont le pouvoir calorifique est supérieur à celui de l'alcool et qui (en Allemagne) coûte sensiblement le même prix, semble d'un emploi avantageux; mais l'auteur lui reproche d'encrasser à la longue les moteurs, et de manquer de volatilité en hiver. Il compare aussi l'alcool à la gazoline et au pétrole lourd, et met en évidence les avantages du premier; les dépenses par cheval-heure seraient presque identiques.

M. Meyer, dans la seconde partie de son travail, reproduit les plans de deux moteurs Diesel monocylindriques, l'un de 8 chevaux, l'autre de 70, décrit leur fonctionnement et les essais de puissance et de consommation qu'il leur a fait subir au laboratoire de la Maschinenfabrik d'Augsbourg. Il termine en comparant les rendements thermiques du moteur Diesel et du moteur à alcool, et trouve : pour le moteur Diesel de 70 chevaux, 32,6 °/₀ à pleine charge, 27,4 à demi-charge; pour un moteur à alcool de 14 chevaux, 32,7 à pleine charge, 23,7 à demi-charge.

Le moteur Diesel s'accommode, en outre, de pétroles relativement peu raffinés et à bas prix, ce qui lui donne, au point de vue économique, une grande supériorité.

MÉTALLURGIE

Recherches sur la dilatation des aciers aux températures élevées.— MM. G. Charpy et Grenet, Ingénieurs des Forges de Châtillon et Commentry, publient, dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, du 30 avril, le résultat de leurs recherches sur la dilatation des aciers aux températures élevées.

Après avoir rappelé les travaux de Gore et de Barrett et donné quelques indications sur l'appareil imaginé par M. Evrard pour la mesure des dilatations, les auteurs analysent les études de M. Svedelius et MM. H. Le Chatelier et Chantepie sur le même sujet. Ils décrivent ensuite leur appareil de mesure qui est une modification de celui utilisé par MM. Le Chatelier et Coupeau dans leurs essais sur la dilatation des pâtes céramiques, et passent en revue les intéressantes expériences d'où ils ont déduit de précieuses indications sur les transformations si complexes que subissent à haute température les alliages de fer et de carbone. Parmi celles-ci nous citerons :

1° Tous les alliages fer-carbone contenant de 1 à 3,50 °/₀ de carbone ont sensiblement les mêmes coefficients de dilatation entre 0 degré et 700 degrés;

2° Dans les aciers au carbone il se produit, vers 700 degrés, une contraction brusque dont l'amplitude augmente avec la teneur en carbone, atteint un maximum pour la teneur 0,85 °/₀ environ, et décroit ensuite;

3° Après la transformation brusque à 700 degrés, il se produit dans les aciers une transformation graduelle, correspondant à une contraction pour les aciers à moins de 0,85 de carbone, à une dilatation pour les aciers à plus de 0,85 de carbone, et dont la limite ne peut être fixée avec quelque précision, par la méthode dilatométrique, que pour les aciers doux;

4° Les transformations des aciers ne contenant que du carbone sont réversibles;

5° On n'observe aucune modification dans la courbe de dilatation des aciers doux (moins de 0,65 de carbone), quand on les trempe dans des conditions quelconques.

On observe une contraction vers 300 degrés dans les aciers contenant de 0,65 à 1 °/₀ de carbone trempés à l'eau froide, sous forme de petits échantillons chauffés au-dessus de 900 degrés. On observe deux contractions, vers 150 et vers 300 degrés, dans les aciers contenant plus de 1 °/₀ de carbone trempés à l'eau froide, sous forme de petits échantillons chauffés au-dessus de 900 degrés.

Ces contractions n'apparaissent pas dans les aciers contenant plus de 0,65 de carbone quand la trempe a lieu, soit sous forme de gros échantillons, soit dans l'huile ou dans l'eau chaude, soit en partant d'une température inférieure à 900 degrés;

6° La méthode dilatométrique permet d'étudier les transformations des aciers au nickel et donne des résultats concordant avec la méthode magnétométrique pour la transformation irréversible des aciers à moins de 28 °/₀ de nickel;

7° Les coefficients de dilatation des aciers au nickel (0 à 29 °/₀), sous la forme stable à froid, diffèrent relativement peu du coefficient de dilatation de l'acier ordinaire. Ces coefficients, sous la forme stable à chaud, varient considérablement avec la teneur en nickel aux températures comprises entre 0 et 200 degrés. Au-dessus de 800 degrés, les différents aciers au nickel, contenant de 0 à 40 °/₀ de nickel, ont des coefficients de dilatation assez peu différents les uns des autres.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

L'éclairage à l'incandescence par l'acétylène du phare de Chassiron. — M. de Joly, Ingénieur des Ponts et Chaussées, attaché au Service Central des Phares et Balises, publie, dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (4e trimestre de 1902), une Note sur l'éclairage à l'incandescence par l'acétylène du phare de Chassiron, qui est installé à la pointe nord de l'île d'Oléron.

Il rappelle tout d'abord que le Service des Phares et Balises s'est préoccupé de l'application éventuelle de l'acétylène à l'éclairage des côtes de France dès que le carbure de calcium a pu être obtenu industriellement au moyen du four électrique, et décrit le brûleur qui a été construit pour réaliser, au phare de Chassiron, l'éclairage à l'incandescence par l'acétylène; ce gaz n'a pu, d'ailleurs, jusqu'à ce jour être employé à l'état de flamme éclairante par le Service des Phares. Le brûleur adopté par ce service porte à l'incandescence un manchon de 55 millimètres de diamètre et de 41 centimètres carrés de section méridienne; la partie la plus brillante est située à 40 millimètres au-dessus de la couronne du bec. Sa marche la plus économique est réalisée à partir d'une pression d'environ 60 centimètres d'eau; en augmentant cette dernière, on augmente l'éclat intrinsèque de la source lumineuse mais on n'améliore plus le rendement du brûleur.

Il a été adopté au phare de Chassiron, comme pression de régime en service, celle de 1m 25 d'eau qui permet de doubler l'éclat des sources lumineuses primitivement obtenues à l'aide de l'incandescence par le gaz d'huile sous pression. Le bec consomme alors 568 litres de gaz en produisant une intensité lumineuse de 213 carcels.

M. de Joly indique ensuite les dispositions adoptées pour l'usine génératrice d'acétylène qui vient d'y être établie. Le gaz est fabriqué chaque jour en vue des besoins de la nuit suivante; à l'époque des longues nuits d'hiver, cette fabrication n'exige pas la manipulation de plus de 30 kilogr. de carbure de calcium.

L'appareil optique du phare est un vieil appareil de premier ordre, de 92 centimètres de distance focale, à huit panneaux, dont la révolution a été réduite à 80 secondes en 1891. Le feu est ainsi caractérisé par des éclats réguliers de 10 en 10 secondes. La puissance lumineuse de ce phare était, en 1891, avec un brûleur à l'huile minérale à 6 mèches, de 8 500 carcels; en 1895, avec un brûleur à incandescence par le gaz d'huile, de 18 000 carcels; aujourd'hui, avec un brûleur à incandescence par l'acétylène, elle est de 36 000 carcels.

TRAVAUX PUBLICS

Tunnel en terrain sableux. — On vient de terminer, à l'entrée de la boucle de Michel Creek, du Canadian Pacific Railway, un tunnel qui permet d'éviter un détour de la voie, exécutée provisoirement dans des conditions très mauvaises. M. C. Coutlee donne, dans l'*Engineering News*, du 2 avril, la description de ce tunnel. Le terrain qu'il traverse étant constitué par du gravier et du sable sans aucune consistance, sa construction a présenté de grandes difficultés.

L'excavation mesure 275 mètres de longueur, 4m 60 de hauteur jusqu'aux naissances de la voûte et 6m 40 de largeur. Le terrain est maintenu par un revêtement en bois dont l'ossature est constituée par une série de fermes cintrées à la partie supérieure suivant un arc à deux centres, et espacées seulement de 80 centimètres; la partie supérieure est protégée contre l'incendie par des tôles et tous les bois ont été recouverts d'un mélange incombustible.

L'auteur décrit la méthode employée pour creuser l'excavation et le détail des boisages nécessités par la pression du sol. Il donne ensuite quelques renseignements sur le personnel des travaux, leur durée et les prix de revient.

Ouvrages récemment parus.

Études sur les Combustibles solides, liquides et gazeux. Mesure de leur pouvoir calorifique, par P. Mahler, Ingénieur civil des Mines. — Un volume in-8° de 96 pages, avec figures. — Ch. Béranger, éditeur, Paris, 1903. — Prix : 5 francs.

M. P. Mahler avait publié pour la première fois, en 1893, sous les auspices de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale et sous le titre de *Contribution à l'étude des Combustibles*, l'ensemble des travaux qui l'avaient conduit à recommander aux industriels sa méthode, aujourd'hui bien connue, pour la détermination du pouvoir calorifique des combustibles (1).

En publiant une nouvelle édition de cet ouvrage, l'auteur s'est attaché à en améliorer le texte primitif et à le compléter par des éclaircissements sur l'essai calorimétrique des gaz et sur la chaleur de combustion à pression constante.

Après quelques indications sur la valeur des combustibles et leur pouvoir calorifique, M. P. Mahler donne la description de son *obus calorimétrique*, qui a reçu, depuis son apparition, de nombreuses applications scientifiques et industrielles, et il indique la manière de procéder pour la détermination directe du pouvoir calorifique des combustibles solides, liquides et gazeux. Il insiste notamment sur la mesure de la chaleur de combustion des gaz, question devenue très importante depuis l'apparition, dans l'industrie, de moteurs à gaz de grande puissance.

Les chapitres suivants sont consacrés à l'analyse élémentaire des combustibles, au pouvoir calorifique des combustibles d'origine végétale, à l'étude de l'altération des houilles à l'air, à l'examen de la distillation en grand de la houille.

Dans le dernier chapitre, consacré à l'examen d'hydrocarbures d'origine interne et de combustibles liquides, l'importance prise dans ces dernières années par des combustibles liquides a engagé l'auteur à ajouter aux chiffres acquis en 1893, les résultats d'expériences nouvelles sur le pétrole et l'alcool (2).

Enfin des notes complémentaires, placées à la fin du volume, se rapportent à des travaux récents sur la houille, dus à divers auteurs et d'un réel intérêt pratique. Nous signalerons en particulier l'étude des cendres de houille au point de vue de leur fusibilité.

L'Air liquide, par M. Georges Claude, avec une préface de M. d'Arsonval, membre de l'Institut. — Une brochure in-8° de 125 pages, avec 48 figures dans le texte. — Vve Dunod, éditeur, Paris, 1903. — Prix : 3 fr. 50.

L'ouvrage de M. Claude est un travail de vulgarisation et, après l'avoir lu, on comprend que M. d'Arsonval ait jugé utile de le recommander dans une préface élogieuse. Le vulgarisateur connaît parfaitement son sujet et le décrit avec beaucoup de clarté.

M. Claude fait d'abord l'historique de la liquéfaction des gaz; il décrit les diverses méthodes employées pendant le cours du XIXe siècle, et signale les derniers procédés préconisés par Linde et par lui-même.

Le deuxième chapitre est consacré aux moyens employés pour conserver et transporter l'air liquide, dont M. Claude décrit, au chapitre suivant, les propriétés et les effets physiques. De nombreuses photographies aident les descriptions et permettent au lecteur de répéter la plupart des expériences.

Les deux derniers chapitres traitent successivement des propriétés chimiques et de l'avenir de ce liquide puis des basses températures et de la matière.

E. V.

Guide Michelin 1903. — Un volume petit in-8° de 672 pages. — Envoyé franco contre 0 fr. 45 en timbres-poste adressés à *Michelin-Guide*, à Clermont-Ferrand, ou 105, boul. Pereire, à Paris.

Cette quatrième édition du Guide Michelin contient, comme les années précédentes, un grand nombre de renseignements utiles aux touristes, et plus spécialement aux chauffeurs qui voyagent en France. Au volume est annexée une carte routière de France tirée en trois couleurs, formant tableau d'assemblage des feuilles de la carte au cent-millième.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XX, n° 12, p. 197.
(2) Voir le *Genie Civil*, t. XL, n° 6, p. 88.

Le Gérant : H. Avoiron.

Imprimerie Chaix, 20, rue Bergère, Paris.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 12. N° 1101. Samedi 18 Juillet 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro : 1 franc.**

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Constructions civiles :** Les bains publics Karl Müller, à Munich *(planche XII)*, p. 177. — **Physique industrielle** : L'acétylène dissous et ses principales applications. Éclairages portatifs; chalumeaux oxyacétyléniques, p. 180; A. Janet. — **Mines** : Haveuses mécaniques employées dans les mines de houille *(suite et fin)*, p. 182; J. Rosset. — **Chimie industrielle** : Vᵉ Congrès international de Chimie appliquée tenu à Berlin, du 2 au 8 juin 1903, p. 186; Francis Marre. — **Variétés** : Appareils pour transports aériens, p. 187; — Ensachage mécanique du ciment, p. 188; — Chemins de fer de l'Engadine (Suisse). Tunnel de l'Albula, p. 188; — École Centrale des Arts et Manufactures. Liste, par ordre de mérite, des élèves ayant obtenu le Diplôme d'Ingénieur des Arts et Manufactures ou le Certificat de capacité, p. 189.

Sociétés savantes et industrielles : Société des Ingénieurs civils (3 juillet 1903), p. 190; — Académie des Sciences (6 juillet 1903), p. 190.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 191; — Ouvrages récemment parus, p. 192.

Planche XII : Les bains publics Karl Müller, à Munich.

CONSTRUCTIONS CIVILES

LES BAINS PUBLICS KARL MÜLLER à Munich.

(Planche XII.)

On a construit récemment, à Munich, un important et curieux établissement de bains publics, dû à la libéralité de l'Ingénieur Karl Müller, qui, dans ce but, fit à la ville, en 1894, une donation d'environ 1 500 000 marks et lui abandonna, moyennant une rente viagère restreinte, un ensemble d'immeubles qui lui appartenaient.

Le programme des travaux fut établi en 1894, par une Commission spéciale, et le choix de l'emplacement se porta sur un terrain situé au bord de l'Isar, à proximité de la rue des Deux-Ponts (fig. 2).

Les bains se trouvent ainsi peu éloignés du centre de la ville et sont alimentés directement par une fontaine qui donne constamment 25 à 30 litres par seconde. L'usine d'électricité, située tout près, fournit économiquement, par une conduite branchée sur sa batterie de chaudières, toute la vapeur nécessaire aux bains.

Le programme définitif prévoyait les aménagements suivants :

Un bassin de natation pour hommes, d'environ 400 mètres carrés, avec les cabines, les vestiaires et les dégagements nécessaires;

Une piscine pour femmes de 180 mètres carrés, avec les mêmes annexes;

Environ 50 baignoires pour hommes et 50 pour femmes;

Un bain d'air chaud et de vapeur pour 30 personnes, avec salles de repos, de massage, vestiaires, galeries, etc.;

Des salles de douches, chaudes et froides, avec bains de pieds, comprenant une vingtaine de cabines;

Enfin, un bureau pour la caisse dans le vestibule d'entrée, une buvette, des logements pour les employés, une buanderie et des séchoirs.

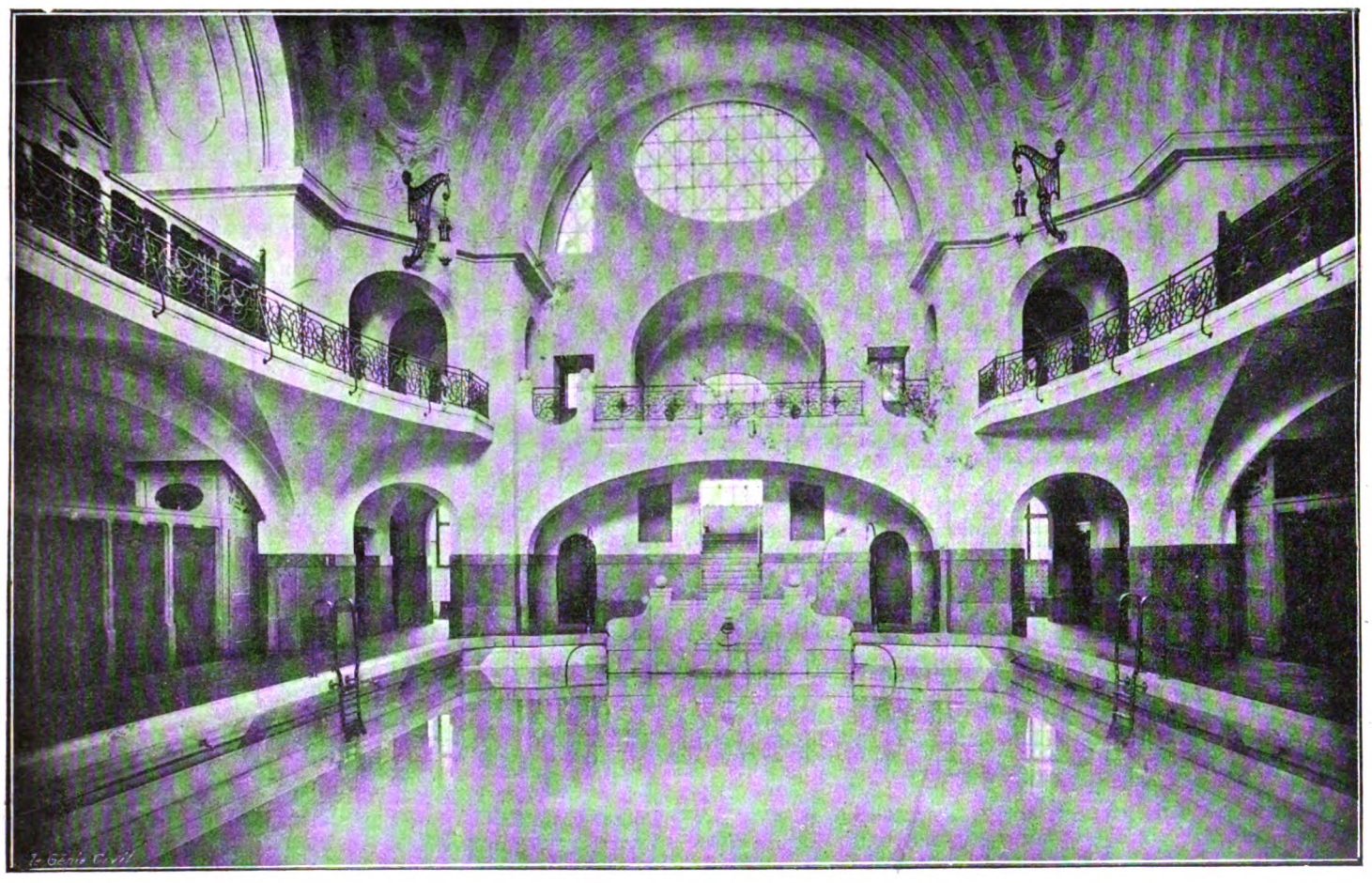


Fig. 1. — Bains publics Karl Müller, a Munich : Vue du bassin de natation des femmes.

L'architecte devait s'attacher à séparer, à partir de l'entrée, les services des bains pour hommes et des bains pour femmes, en réservant un accès direct à certaines salles qui sont fréquentées alternativement, suivant les jours, par les deux sexes.

Les plans furent dressés, après une étude des bains publics des principales villes d'Allemagne et l'établissement d'une maquette exposée à Munich, puis à Nuremberg, de façon à provoquer, de la part des personnes compétentes, toutes les observations qui pouvaient être utiles. Les travaux, commencés en décembre 1896, furent terminés le 1er mai 1901.

Digitized by Google

Le but que l'on s'était proposé a été pleinement atteint, et ce bel édifice est aujourd'hui fréquenté par les habitants de Munich. Des bains populaires à prix réduits en permettent, à certains jours, l'accès à toutes les classes de la population.

Description générale. — Les dispositions d'ensemble du plan (fig. 2) ont été conçues en vue d'harmoniser la construction avec les remarquables allées d'arbres conservées de l'ancienne pépinière. Les figures 8, 9 et 10, empruntées à la *Zeitschrift für Bauwesen*, montrent l'aspect extérieur de ce monument, dont le plan irrégulier a été l'objet, avant son adoption définitive, de quelques critiques, mais dont on s'accorde aujourd'hui à louer l'heureux effet d'ensemble. Un beffroi, d'où la vue sur la ville et ses environs offre un agréable spectacle, est orné d'horloges monumentales et renferme les réservoirs d'eau de l'établissement.

L'entrée du vestibule principal est ornée de statues, et de nombreux motifs de décoration sont répandus dans toutes les grandes pièces. La surface bâtie, y compris une maison d'habitation, qui n'est encore que projetée, atteindra 4 000 mètres carrés.

Les fondations sont en béton, les maçonneries en moellons calcaires et les bandeaux et corniches en pierres de taille. La toiture est en tuiles, sauf dans certaines parties où elle est en tôle galvanisée ou en feuilles de cuivre. La charpente est en fer au-dessus des bassins de natation, et en bois dans toutes les autres parties de l'édifice.

Les locaux sont répartis de la manière suivante :

1° Au sous-sol (fig. 2, pl. XII) une cave pour la buvette, une buanderie, une caisse, des douches pour hommes et pour femmes avec une salle de repos, des bains de boue, des bains médicinaux; les locaux des réservoirs d'eau

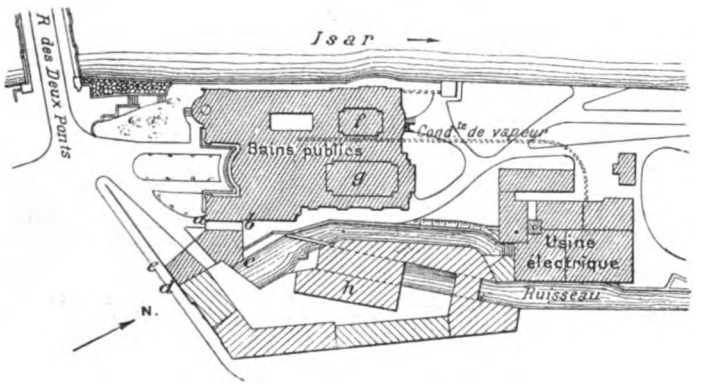


Fig. 2. — Plan de situation des bains Karl Müller.

abcde, maison d'habitation; — *f*, bain des femmes; — *g*, bain des hommes; *h*, usine particulière

chaude, des pulsomètres et des pompes; au fond, un service de bains pour chiens avec ses annexes;

2° Au rez-de-chaussée (fig. 3, pl. XII), le grand vestibule avec la caisse principale, les deux salles d'attente; les deux bassins de natation avec leurs salles accessoires; les bains romains et leurs annexes (bains de vapeur, salles de massage, etc.); enfin, des cabines avec baignoires pour hommes et pour femmes, avec un salon de coiffure;

3° Au premier étage, des cabines avec baignoires; au deuxième étage, des bureaux et des logements; enfin, dans la tour, des chambres d'employés, surmontées des réservoirs.

Bassin de natation des hommes. — Ce bassin (fig. 7) qui mesure 12m 30 sur 30 mètres, et dont la profondeur varie de 0m 80 à 2m 75, est en maçonnerie de béton revêtue de carreaux céramiques émaillés; on y accède par un escalier double formé de neuf marches en calcaire du Jura, et par quatre autres petits escaliers. Plusieurs trop-pleins (fig. 3) maintiennent le niveau de l'eau à 0m 65 au-dessous du sol de la galerie. Une fontaine monumentale est érigée au fond de la salle dans une vaste niche.

Le bassin, entouré d'une barre d'appui (fig. 3), pour la commodité des baigneurs, est divisé en deux parties, dont l'une est réservée aux nageurs. Un mascaron sculpté dans le panneau central de l'escalier y verse continuellement un jet d'eau pure. Deux tremplins sont disposés sur le bord du bassin dans la partie la plus profonde.

Les cabines, au nombre de quarante-quatre au rez-de-chaussée et de quarante dans la galerie supérieure, sont munies, du côté du bassin, d'un simple rideau, et, du côté opposé, d'une porte ouvrant à l'intérieur et qui se trouve condamnée quand on rabat la banquette. Des stalles ouvertes, avec coffres à linge et porte-manteaux, sont aménagées dans le hall pour permettre, en cas d'affluence, l'accès du bassin à un plus grand nombre de personnes.

Le plafond de la salle (fig. 7) est formé d'une voûte en berceau, séparée en trois travées par des arcs qui s'appuient sur les piliers principaux.

Le revêtement des parois est en stuc et en calcaire du Jura, comme la bordure du bassin; le sol est dallé de carreaux rouges. L'éclairage est assuré par huit lampes à arc suspendues à des lustres en fer forgé, et par des lampes à incandescence distribuées dans les cabines et les vestibules. Le chauffage se fait par trois bouches de calorifère.

Bassin de natation des femmes. — Ce bassin (fig. 1) est semblable au précédent, mais il ne mesure que 10m 70 sur 17m 60. Une partie de la salle de toilette est réservée aux grandes personnes et l'autre aux enfants; dans chacune se trouvent trois bains de pieds et quatre douches. Le rez-de-chaussée offre trente-deux cabines, et le premier étage trente-six, sans compter deux vestibules dont les quarante-huit stalles sont pourvues de coffres à linge et de porte-manteaux.

La salle est analogue à celle de la piscine des hommes, mais on a gagné la longueur nécessaire au bassin en reportant, sur les deux

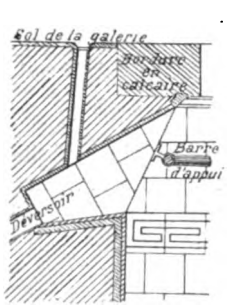


Fig. 3. — Coupe de la bordure du bassin.

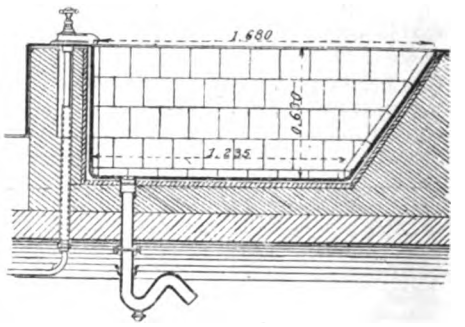
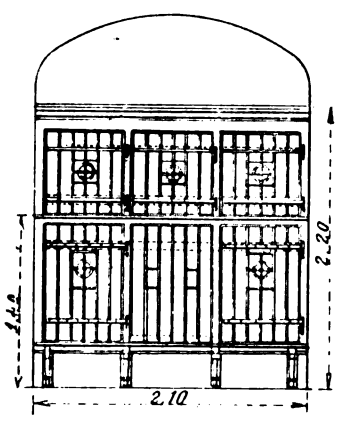


Fig. 4. Coupe d'une baignoire.

petits côtés, les galeries derrière les piliers qui supportent la voûte (fig. 3, pl. XII). Les parois sont stuquées en blanc, et leur soubassement revêtu de marbre verdâtre. Les effets de lumière sur le carrelage rouge, les peintures vertes ou blanches de la charpente, les ornements dorés des parois et des lustres, reflétés dans le miroir du bassin, produisent des contrastes agréabes.

Bains romains et bains de vapeur. — Une longue salle de repos, aménagée avec vingt et une cabines (fig. 3, pl. XII), conduit à un vestibule d'où l'on se rend, d'un côté à la salle de vapeur, de l'autre au bain d'air chaud avec salle de massage; enfin aux bains romains, éclairés par leur coupole, et aménagés avec une piscine circulaire chaude, une piscine froide plus petite, et des douches de toutes sortes, avec deux baignoires.

Ces piscines et leurs escaliers sont analogues à ceux des bassins de natation. De là, le baigneur peut aller à la salle de réfrigération avant de revenir aux vestiaires. La proximité du bassin des femmes permet



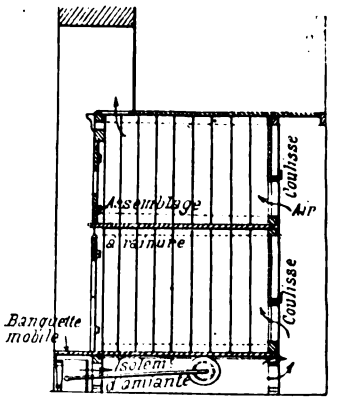


Fig. 5 et 6. — Niches annexées aux bains des chiens.

de faire suivre, si l'on veut, le bain romain d'une séance de natation. Pour le bassin des hommes, un couloir dans le sous-sol permet aussi d'y accéder assez rapidement (fig. 2, pl. XII).

Chaque vestiaire est pourvu d'un lit de repos à sommier métallique, d'un siège, d'un coffret avec glace, et de porte-manteaux. Toute la salle de repos est parquetée en chêne. A l'extrémité se trouve un grand cabinet de lecture.

Dans la salle des bains de vapeur se trouvent des bancs de pierre qui permettent d'y séjourner sans fatigue, et une fontaine dont les vasques déversent une cascade d'eau chaude. Le bain de vapeur se prend à la température de 40 à 50 degrés; des horloges permettent de constater le temps exact que dure le traitement.

La salle de bains d'air chaud, munie d'une horloge et d'une petite fontaine, est aménagée avec une table de marbre pour la lecture; l'air y est porté à 50 ou 55 degrés et, dans une pièce voisine, à 60 ou 65 degrés.

Digitized by Google

Baignoires. — L'établissement contient 84 baignoires, ainsi réparties : 6 pour femmes, 13 pour hommes et 1 cabine à deux baignoires au rez-de-chaussée (fig. 3, pl. XII) ; 26 pour hommes, 35 pour femmes et 1 cabine à deux baignoires au premier étage. Quelques cabines peuvent être placées dans l'un ou l'autre service, selon l'affluence d'une des catégories de baigneurs. Le prix des bains varie suivant les jours.

Les cabines sont complètement isolées les unes des autres et carrelées ; le plafond et les parois sont peints en blanc, celles-ci portent jusqu'à la hauteur de 1m 50 un enduit de peinture émaillée bleue. Les baignoires (fig. 4) sont formées d'un massif de béton recouvert intérieurement de carreaux émaillés ; les robinets d'eau chaude ou froide sont aux pieds du baigneur ; une douche de tête fait partie de l'installation, qui comporte, en outre, un banc, une console avec glace, et un porte-manteau à quatre têtes ; chaque baigneur dispose d'une sonnette électrique.

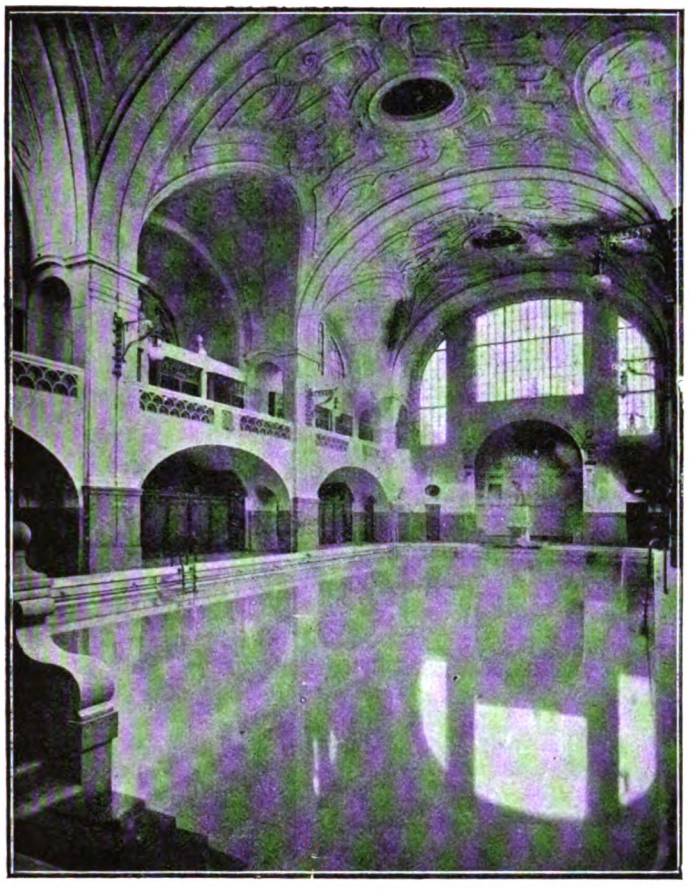


Fig. 7. — Vue du bassin de natation des hommes.

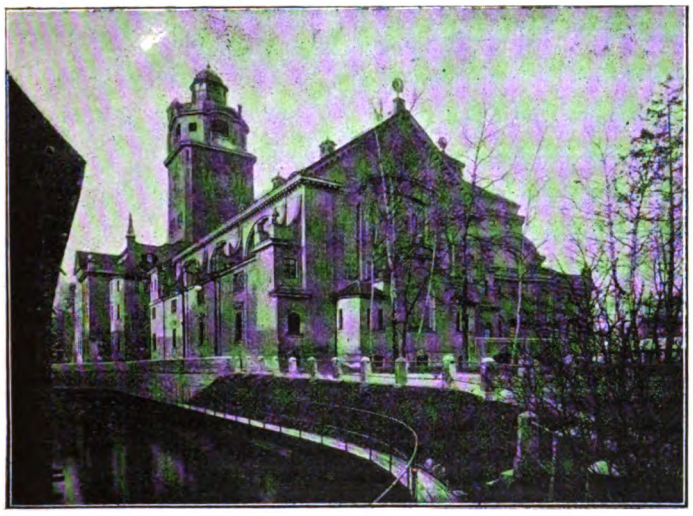


Fig. 8. — Vue d'ensemble des bains publics de Munich.

Douches pour hommes. — Quinze cabines à douches sont situées dans le sous-sol, et pourvues chacune d'une antichambre de toilette ; leurs parois sont revêtues de marbre, et le sol est cimenté.

Bains pour chiens. — Ces bains sont situés sous les annexes du bassin de natation des femmes (fig. 2, pl. XII) et divisés en deux parties par une grille de fer : la première est un vestibule muni de cages à deux étages ; les gros chiens sont enfermés en bas et les petits au-dessus (fig. 5 et 6) ; ce vestibule donne accès au bassin carré qui mesure 2m 30 de côté, et qui a deux compartiments destinés au savonnage et au nettoyage des animaux. Une table permet, en outre, de les tondre. Après leur bain, les chiens sont placés dans les stalles, où ils se sèchent sous l'action d'un courant d'air ascendant chauffé par un tuyau de vapeur placé sous les cages.

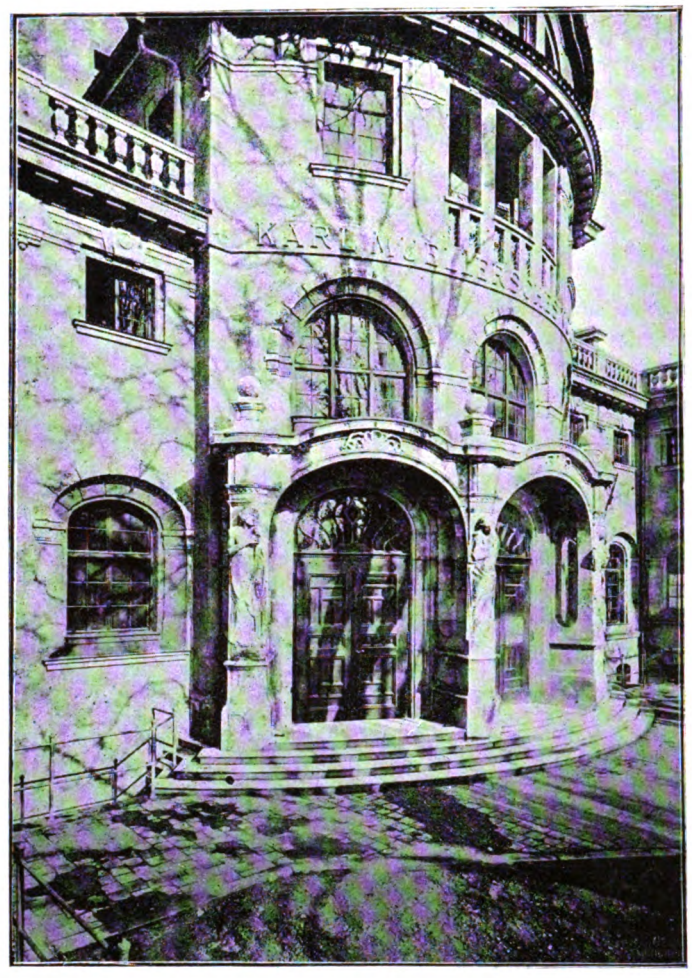


Fig. 9. — Péristyle d'entrée.

Fig. 10. — Vue de l'établissement du côté opposé à l'entrée.

Buanderie. — La buanderie est située dans le pavillon Est du sous-sol (fig. 2, pl. XII) et comprend une laverie, un séchoir, une pièce pour le moteur électrique commandant les machines à laver, les essoreuses, etc. Toutes ces pièces sont cimentées et drainées.

Un monte-charge et un escalier la relient au rez-de-chaussée. Une petite buanderie spéciale, située dans le même pavillon, dessert le personnel qui habite l'établissement.

Canalisations. — L'eau froide est empruntée à l'ancienne canalisation de la fontaine, dont nous avons déjà parlé ; elle peut servir direc-

Digitized by Google

tement au remplissage des piscines, et deux pulsomètres la font aussi monter dans le réservoir de la tour, à 25 mètres au-dessus du sous-sol. Ce réservoir, divisé en deux parties, a une contenance de 40 mètres cubes. Un autre réservoir plus grand, placé dans la cour intérieure (fig. 2 et 3, pl. XII), sert de réserve au débit supplémentaire de la fontaine. Par mesure de sécurité, la canalisation urbaine d'eau sous pression peut être substituée à celle de la fontaine si celle-ci vient à manquer.

Une canalisation relie le réservoir supérieur au distributeur général d'eau froide, et aux réchauffeurs d'où l'eau chaude est distribuée dans chaque service.

Les deux piscines sont chauffées par une injection directe de vapeur à haute pression, provenant des chaudières de l'usine d'électricité. Le bassin des hommes contient environ 750 mètres cubes, celui des femmes 350, et l'eau y est portée à 22 degrés. Leur remplissage demande sept à huit heures et leur vidange une heure seulement.

La vapeur est prise à 5 kilogr. à l'usine, et alimente les injecteurs des bassins, les pulsomètres, les bains romains, la buanderie et les réchauffeurs d'eau. Sous pression réduite à 2 kilogr. elle assure le chauffage des cabines du sous-sol et de l'air du calorifère; enfin, la vapeur à très basse pression parcourt les radiateurs des salles et des cabines de bains. L'eau destinée aux baignoires et à la buanderie est chauffée à 70 degrés.

Le chauffage des salles de l'établissement se fait, d'abord, au moyen des radiateurs dont nous venons de parler, et, de plus, par un calorifère à air, alimenté par deux ventilateurs électriques soufflants qui débitent 30 000 mètres cubes à l'heure.

Cet air, pris à l'extérieur et préalablement filtré, est réchauffé par son passage dans des compartiments où la vapeur circule dans des radiateurs, et arrive aux pièces à chauffer par des bouches situées à 2 mètres au-dessus du sol. Des ouvertures à la hauteur du plafond évacuent l'air vicié.

La décoration intérieure et l'aménagement du mobilier ont été, dans les bains Karl Müller, traités avec beaucoup de recherche au point de vue de l'art et du confortable, en même temps que toutes les prescriptions de l'hygiène moderne étaient observées. La dépense totale de construction de cet établissement, remarquable à divers titres, s'est élevée à 2 100 000 francs.

B. DE CH.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

L'ACÉTYLÈNE DISSOUS ET SES PRINCIPALES APPLICATIONS

Éclairages portatifs; chalumeaux oxyacétyléniques.

I. — Aussitôt que l'apparition du carbure de calcium à des prix abordables eut rendu aisée et économique la production de l'acétylène, en même temps que se multipliaient les appareils pour l'emploi domestique de ce gaz, on songeait à utiliser son pouvoir éclairant si considérable sous un faible volume pour réaliser, en vue des voitures et des chemins de fer, des éclairages portatifs.

Il suffisait pour cela, croyait-on alors, de comprimer purement et simplement l'acétylène dans des réservoirs, comme on le fait pour l'oxygène et l'hydrogène, en poussant même, s'il y avait lieu, jusqu'à liquéfaction, comme on le fait pour l'acide carbonique.

L'explosion d'un récipient d'acétylène liquide, qui causa de graves dégâts et même mort d'homme, montra qu'il n'en était pas ainsi, et qu'à côté de ses remarquables propriétés éclairantes, l'acétylène, tout au moins sous sa forme liquide, était susceptible de présenter de graves dangers. Une série de recherches prouva qu'il pouvait en être de même pour l'acétylène gazeux dès qu'il était comprimé quelque peu au-dessus de la pression atmosphérique.

Il en résulta dans le public un discrédit tout à fait injustifié sur l'emploi de l'acétylène, quelles que fussent ses conditions d'emmagasinement; on commence heureusement à revenir de cette impression. Mais en ce qui concerne l'acétylène sous pression, soit liquéfié, soit conservant sa forme gazeuse, les réglementations administratives des divers pays ont introduit des restrictions poussées parfois jusqu'à la prohibition absolue.

Frappés des avantages indiscutables que présenterait néanmoins l'emmagasinement de l'acétylène en grande quantité s'il était réalisable sous forme inoffensive, MM. Claude et Hess cherchèrent à utiliser le pouvoir dissolvant que possèdent vis-à-vis de ce gaz un certain nombre de liquides.

Leurs recherches aboutirent, en démontrant :

1° Que l'acétone peut dissoudre, à la pression ordinaire, vingt-quatre fois son volume d'acétylène, et que la quantité d'acétylène dissous augmente proportionnellement à la pression sous laquelle se fait cette dissolution;

2° Que l'acétone étant un corps exothermique tandis que l'acétylène est endothermique, il s'établit entre ces deux propriétés une balance telle que le système formé reste exothermique, c'est-à-dire inexplosif, tant que l'acétylène ne dépasse pas une proportion assignable à l'avance.

Dès lors, il devenait possible, en refoulant l'acétylène non plus dans des récipients vides, mais dans des récipients remplis d'acétone, d'y accumuler ce gaz sous une forme inexplosible et en proportion bien plus forte que ne le donnerait la loi de Mariotte.

Il a pu paraître paradoxal à certaines personnes qu'on préparât ainsi avec l'acétylène un liquide qui n'était pourtant pas l'acétylène liquide : il y a cependant exactement la même différence entre l'acétylène dissous et l'acétylène liquide qu'entre l'eau de seltz et l'acide carbonique liquide, sauf le remplacement de l'eau par l'acétone.

Pour répondre à l'objection tirée de ce fait, que l'acétylène dissous pourrait ne pas remplir exactement les récipients, auquel cas il serait surmonté d'une certaine quantité d'acétylène gazeux comprimé, et, par suite, explosible, la Compagnie Française de l'Acétylène dissous, mettant à profit les études de M. Henry Le Chatelier sur la non-propagation des explosions à travers les tubes capillaires, imagina de remplir entièrement les récipients avec une matière poreuse, dont les vides constituent un système de tubes capillaires enchevêtrés dans tous les sens.

Ces appareils consistent en tubes ou bouteilles (fig. 1) en acier, contenant cette matière poreuse imbibée d'acétone dans laquelle l'acétylène est dissous sous une pression de saturation convenable.

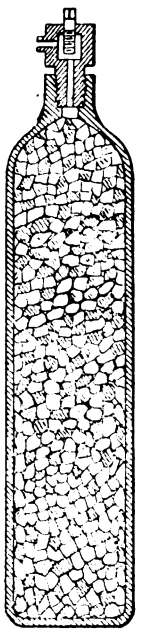


FIG. 1.

Avec une pression de saturation limitée à 10 kilogr., on emmagasine 100 volumes d'acétylène disponible pour 1 volume de récipient. Les bouteilles de 3l5, 13l5 et 30 litres, et le tonneau de 100 litres, qui sont les types les plus courants, contiennent ainsi respectivement 350 litres, 1350 litres, 3 mètres cubes et 10 mètres cubes.

Il suffit d'ouvrir un robinet pointeau pour que le gaz se dégage régulièrement et progressivement, sans qu'aucun vide se produise dans le récipient. C'est ainsi que sont constitués les appareils en service depuis cinq ou six ans et dont aucun n'a jamais donné lieu à quelque accident que ce soit.

Pour que ces appareils aient pu être mis en usage public, il a d'ailleurs fallu une autorisation administrative, laquelle n'a été accordée qu'à la suite d'études approfondies conduites par MM. Berthelot et Vieille, études dont le résultat peut se résumer comme suit : Quelle que soit la méthode d'inflammation essayée, qu'il s'agisse d'acétylène dissous ou même d'acétylène simplement comprimé, jamais il n'a été possible de provoquer une explosion dans les récipients remplis d'acétylène par les procédés en question. Ces expériences, renouvelées en Angleterre, en Suède, en Russie, aux États-Unis, en Allemagne, en Autriche, en Hongrie, ont donné le même résultat, quelles qu'aient été les exigences des autorités locales sur la manière de les conduire.

On pourrait se demander ce qui se passerait si, au lieu de procéder avec des dispositifs de laboratoire à des tentatives d'inflammation par l'intérieur, il s'agissait d'un incendie au milieu duquel se trouveraient des appareils de cette nature.

Des essais faits, en France, par la Compagnie Française de l'Acétylène dissous, ont montré que, même dans ce cas, aucun danger n'était à craindre; ces expériences ont été répétées, en Angleterre, avec le même succès, par M. le professeur Vivian Lewes, à la demande des Compagnies de chemins de fer de ce pays.

En outre de ces expériences voulues, on peut citer deux cas d'incendie accidentels. L'hiver dernier, une remise à wagons de la gare du chemin de fer de Varsovie, à Saint-Pétersbourg, fut détruite par le feu ainsi que les wagons qui s'y trouvaient : ces wagons portaient cinq récipients d'acétylène dissous qui furent retrouvés intacts après l'incendie. D'autre part, dans le courant du mois de mai, le yacht *Vagabond*, ancré devant New-York, fut détruit par un incendie et resta en feu pendant deux heures avant de sombrer; l'épave ayant été ensuite renflouée, le récipient d'acétylène dissous installé à bord pour l'éclairage du yacht fut retrouvé absolument intact.

Étant donné que l'acétylène dissous, une fois sorti des récipients, est susceptible de toutes les applications de l'acétylène en général, il devient inutile de les passer en revue. Nous nous bornerons à signaler: l'éclairage des fêtes, les agrandissements photographiques, les projections lumineuses, l'éclairage intensif des chantiers de travaux privés ou publics pendant les heures de nuit, les chantiers volants de réparation de tunnels, et, d'une façon générale, toutes les occasions dans lesquelles on a besoin d'une lumière intense produite instantanément sans s'astreindre à dépendre de l'emplacement d'un appareil fixe, ou à déplacer un générateur plus ou moins lourd et volumineux.

Une application des plus intéressantes est l'éclairage des wagons et véhicules similaires. On peut s'en rendre compte, à Paris même, sur le funiculaire de Belleville, éclairé depuis quatre ans à l'acétylène

Digitized by Google

dissous. Les résultats obtenus sur les voies ferrées proprement dites sont également satisfaisants. En Suède, par exemple, la ligne de Stockholm à Saltsjöbaden, coupée de longs tunnels, a adopté ce mode d'éclairage. En Russie, c'est le matériel des trains impériaux qui en a reçu la primeur. Aux États-Unis, depuis sept mois, cet éclairage a fonctionné sur le trajet Chicago-Denver par les lignes de l'Atchison Topeka et Santa-Fé Railroad.

Avec les récipients de 3 mètres de longueur sur 50 centimètres de diamètre dont sont munis les énormes wagons américains, avec la pression d'emmagasinement de 16 atmosphères, inférieure à ce que leur permettrait les règlements locaux, il n'y a besoin de recharger que tous les 70 jours en moyenne, et cela dans la période des plus longues nuits de l'année : c'est le cas d'une voiture qui, en service ininterrompu, a parcouru pendant cette période plus de 137 000 kilom. avec seulement 3 chargements, le 25 octobre 1902, le 5 janvier 1903, et le 10 mars 1903.

II. — Mais ce n'est pas seulement dans les applications à l'éclairage qu'il convient de chercher les débouchés possibles de l'acétylène.

Il était tout naturel de songer à utiliser, dans des chalumeaux analogues au chalumeau oxhydrique, la très grande quantité de chaleur que la combustion de ce gaz est susceptible de dégager.

On s'est heurté, dans la pratique, à une difficulté assez curieuse : la chaleur produite se transmettait aux parois du tuyau d'arrivée de l'acétylène, et provoquait la décomposition de ce gaz en ses éléments l'hydrogène gazeux et le carbone solide. Ce carbone se déposait sous forme plus ou moins graphitoïde aux environs de l'orifice qui tendait ainsi à s'obstruer.

Il en résultait que le chalumeau soi-disant oxyacétylénique fonctionnait, en réalité, comme un simple chalumeau oxhydrique, puisque l'hydrogène seul y brûlait, et même comme un mauvais chalumeau oxhydrique, puisqu'il était sujet à s'encrasser. Il était, de plus, antiéconomique, puisque son alimentation en hydrogène se faisait au prix de son volume d'acétylène, qui coûte notablement plus cher. On n'a vaincu cette difficulté qu'en apprenant à réaliser, sans danger d'explosion, des chalumeaux au sortir desquels on enflamme un mélange préalablement fait d'acétylène et d'oxygène.

Il n'est pas superflu de préciser à quoi pouvait tenir, et tient en réalité, la supériorité de l'acétylène sur l'hydrogène dans un chalumeau.

On calcule la température théorique d'une flamme en prenant pour point de départ la quantité de chaleur produite par la réaction qui donne naissance à cette flamme, et en la supposant répartie, en tenant compte des chaleurs spécifiques, dans l'ensemble des produits de la combustion. On obtient ainsi un résultat toujours bien au-dessus de la vérité, parce que l'on ne tient compte ni des pertes par rayonnement et par conductibilité, ni des phénomènes de dissociation.

On sait, en effet, que les corps composés, quand on les soumet à l'action d'une température suffisamment élevée, reproduisent, sinon leurs éléments, du moins, des composés plus simples. Plus la température augmente, plus se réduit la proportion du corps restant inaltérée, et la décomposition, sous une pression donnée, finit par être totale à une certaine température. Le phénomène de la dissociation absorbe normalement autant de calories que la formation du corps en aura dégagé.

La température réelle d'une flamme provient d'un état d'équilibre entre la quantité de chaleur dégagée par la combustion, celle emportée par les gaz échauffés et celle absorbée par la dissociation partielle, au sein de la flamme, des produits formés au cours de la combustion. Il est donc impossible, même théoriquement, d'arriver à la température de dissociation totale, puisque la décomposition totale absorbant la totalité des calories dégagées pendant la combinaison, il ne resterait plus une seule calorie disponible pour entretenir l'élévation de la température.

Dans le cas du chalumeau oxhydrique, la température réelle sera donc, en tout état de cause, inférieure à la température de la dissociation totale de la vapeur d'eau.

Dans le cas du chalumeau oxyacétylénique, la chaleur développée par la combustion de l'acétylène dépasse beaucoup, à volume égal, celle produite par la combustion de l'hydrogène.

En effet, le volume occupé par 1 gramme d'hydrogène est égal au volume occupé par 13 grammes d'acétylène, constitués par 1 gramme d'hydrogène et 12 grammes de carbone. A la quantité de chaleur produite par la combustion de 1 gramme d'hydrogène vient donc s'ajouter tout d'abord celle due à la combustion des 12 grammes de carbone : il faut, en outre, tenir compte de ce fait que l'acétylène, composé fortement endothermique, dégage en se décomposant une quantité de chaleur correspondante à celle qu'il a, contrairement à ce qui se passe dans les composés exothermiques, absorbée pour sa formation.

Les chiffres obtenus par M. Berthelot, au moyen de quatre méthodes différentes, et par M. Thomsen, pour la chaleur de combustion de l'acétylène, varient de 310 000 à 321 000 petites calories par molécule d'acétylène ($C^2H^2 = 26$ grammes), donnant de 11 900 à 12 300 calories par gramme de ce corps.

Avec une masse aussi formidable de chaleur on dépasse d'emblée la température de dissociation de l'eau, de sorte que l'on arrive à ce résultat paradoxal : dans la flamme oxyacétylénique, l'hydrogène *ne peut pas brûler* : il échappe à la combustion par le fait même de l'élévation de la température.

Libérée, dès lors, de la limite devant laquelle s'arrête le chalumeau oxhydrique, la température produite par l'acétylène s'élève jusqu'à la région dans laquelle s'accomplit la dissociation de l'acide carbonique. C'est quelque part, entre la limite inférieure de 4 000 degrés, donnée par M. H. Le Chatelier, et la limite supérieure de 11 180 degrés, calculée par M. M. Meyer, que s'établit, plus ou moins haut, suivant la perfection des appareils, l'équilibre thermique définissant la température de la flamme.

Rien de plus curieux que d'assister au réglage d'un chalumeau oxyacétylénique que l'ouvrier vient d'allumer :

Le jet d'acétylène, enflammé le premier, donne une longue flamme d'un blanc un peu jaunâtre, légèrement fuligineuse ; dès qu'on ouvre l'arrivée d'oxygène elle pâlit, se ramasse, des mouvements tourbillonnants se produisent avec un sifflement plus ou moins strident, s'il s'agit d'un gros appareil ; en augmentant l'arrivée d'oxygène, on voit nettement se former deux zones : l'une fortement lumineuse, se concentrant de plus en plus à la base de la flamme, tandis que l'autre, rougeâtre et à peine visible, en occupe le sommet.

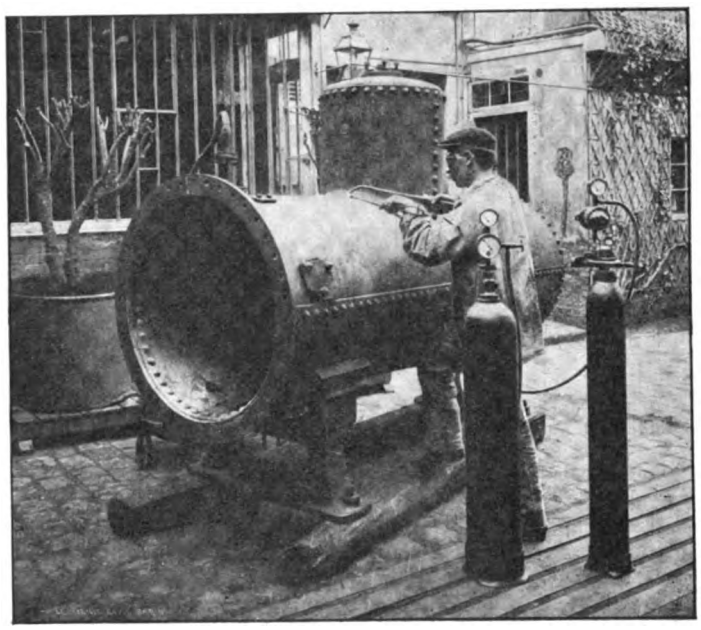


Fig. 2. — Soudage d'une chaudière au chalumeau oxyacétylénique.

Encore une fraction de tour de la vis-pointeau du récipient à oxygène, et le réglage est achevé : l'appareil est maintenant presque silencieux, projetant une longue flamme décolorée, à la base de laquelle une sorte de crayon de feu paraît immobile. La longue flamme pâle, c'est l'hydrogène, échappé à la combustion du chalumeau proprement dit, et qui s'allume au contact de l'air ; le crayon de feu, c'est la flamme oxyacétylénique proprement dite, où le carbone pur brûle dans l'oxygène pur, et où, dans un espace de quelques millimètres cubes, règne l'une des températures les plus formidables que la science humaine ait jamais produites.

Ses applications sont déjà nombreuses à l'heure qu'il est et sont appelées, croyons-nous, à se développer de jour en jour. On sait, en effet, quel rôle joue, dans la construction, tout ce qui est assemblage, et combien souvent on se donne de mal pour parvenir, à grand renfort de cornières, de couvre-joints, de boulons, de vis, de rivets, etc., à réunir des pièces qui devraient, si possible, n'en faire qu'une, heureux quand on peut les porter à un feu de forge ou à un four, et les souder péniblement au prix d'un long travail de martelage.

Déjà certes, le chalumeau oxhydrique a rendu des services importants et permis, entre les mains d'ouvriers exceptionnellement habiles, de réussir des assemblages de tôles au moyen d'une soudure autogène, réalisant ainsi pour le fer et l'acier ce que l'on faisait jusque-là pour le plomb ; mais, avec la flamme transparente, presque incolore, du mélange oxhydrique, combien imperceptibles sont les changements d'aspect correspondant au passage de la flamme réductrice à la flamme oxydante, c'est-à-dire d'un bon travail sur métal sain au collage insuffisant de deux pièces de métal brûlé ; et encore, vu la limitation de la température obtenue, l'application n'était possible qu'à des pièces de faibles dimensions.

Avec le chalumeau oxyacétylénique, rien de pareil à craindre : la moindre variation dans la proportion des gaz se traduit par une déformation immédiate du crayon de feu si caractéristique, sous l'action duquel on voit le fer liquéfié tourbillonner comme une gouttelette de mercure sur laquelle on soufflerait. Les alentours de la soudure sont

Digitized by Google

d'ailleurs protégés contre l'action oxydante de l'air ambiant par la gaine d'hydrogène qui entoure la zone utile et ne brûle qu'à sa périphérie.

La qualité de la soudure obtenue est telle que l'on éprouve couramment à 100 atmosphères des réservoirs en tôle de 3mm5 soudés par ces procédés. Dans un essai à outrance, on a dû pousser la charge jusqu'à 550 kilogr. par centimètre carré pour rompre des pièces ainsi soudées et qui ne devaient subir qu'une charge d'épreuve de 250 kilogr. La rupture s'est d'ailleurs produite en dehors des soudures.

Pour se rendre compte de la puissance de cet engin, il suffit de voir perforer en quelques instants, sous le crayon de feu, des plaques de tôles attaquées normalement, et dont on rebouche ensuite le trou aussi aisément qu'on l'avait fait, ou encore en voyant fondre et tomber goutte à goutte comme de la cire le métal d'une tige de fer que l'on

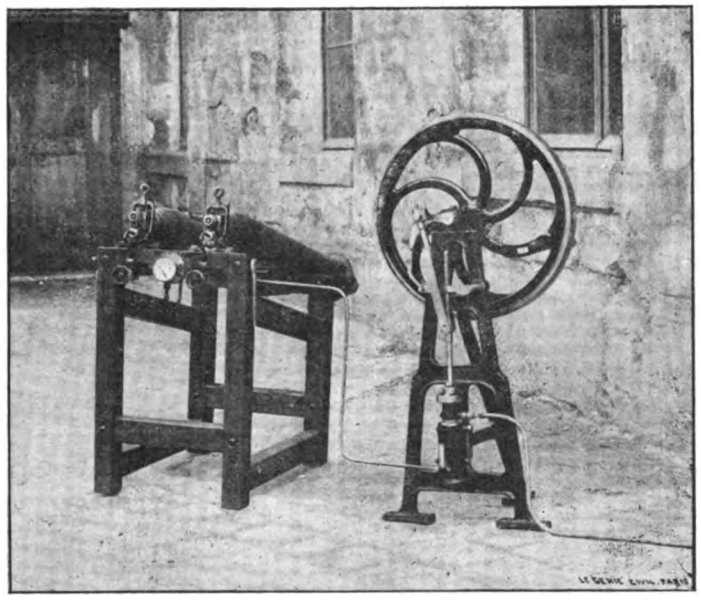


Fig. 3. — Installation pour le refoulement de l'acétylène dans les bouteilles.

tient à la main à quelques centimètres de la flamme. La fusion est faite avant que la chaleur arrive aux doigts de l'opérateur.

Avec les chalumeaux oxyacétyléniques on peut, suivant la nature des travaux, effectuer de 4 à 6 mètres de soudure à l'heure, avec une consommation proportionnée à l'épaisseur du métal (environ 50 litres d'acétylène à l'heure par millimètre d'épaisseur). Ils se prêtent admirablement à la réparation des pièces soufflées ou fêlées dont on rétablit l'homogénéité et la continuité.

Nous avons surtout établi, dans les lignes ci-dessus, une comparaison entre le chalumeau oxyacétylénique et le chalumeau oxhydrique. On pourrait se demander si la soudure à l'arc électrique, dans les cas où elle est réalisable, ne conserverait pas quelque supériorité sur la soudure à l'acétylène : nous ne croyons pas qu'il en soit ainsi. L'arc électrique place, en effet, le métal à souder dans un milieu excessivement carburant, dû au transport du charbon entre les électrodes, ce qui aigrit le métal en le surcémentant.

L'arc électrique ne pourrait racheter cet inconvénient que par une température plus élevée, ou, à température égale, par la réalisation de foyers plus puissants.

Or, en ce qui concerne la température, l'écart, s'il existe, n'est pas grand, car nous avons pu, sous l'action du chalumeau, obtenir, avec la chaux et le charbon, la production de carbure de calcium exactement comme dans le four électrique.

Quant à la production de foyers puissants, c'est une simple question de débit. Si la réalisation d'un gros débit qu'on doit pouvoir produire et arrêter à volonté peut offrir quelques difficultés avec un générateur d'acétylène, il n'en est plus de même avec l'acétylène dissous livré sur place tout préparé et qui se consomme sans perte aucune, sans manipulation préalable, au fur et à mesure des besoins.

En résumé, les principaux avantages dus à l'emploi du chalumeau oxyacétylénique alimenté à l'acétylène dissous sont les suivants :

1° Tous les appareils que comporte l'emploi du chalumeau sont peu encombrants et facilement transportables, de façon à pouvoir porter le chalumeau aux pièces à souder et non pas les pièces à souder au chalumeau.

On comprendra facilement l'importance de ces avantages quand il s'agit de travailler sur une pièce lourde comme une chaudière (fig. 2), une coque de navire, une canalisation de vapeur ou d'eau, ou encore de souder sur place les rails électriques d'une voie déjà posée ;

2° Toute perte de gaz est évitée, même dans le cas d'un arrêt brusque du travail ; on supprime ainsi des dépenses inutiles et les chances d'explosions auxquelles donnerait lieu le mélange d'air et d'acétylène ;

3° La facilité de réglage du chalumeau supprime les risques d'oxydation ou de carburation du métal, toujours si difficiles à éviter dans les soudures autogènes, et qui rendent ce travail délicat et incertain ;

4° Enfin, il n'y a plus aucune manipulation dans l'atelier ou sur le chantier.

Tous ces avantages sont obtenus au prix d'une simple augmentation de dépense de 0 fr. 15 environ par mètre cube d'acétylène employé sous forme dissoute au lieu d'être pris directement au générateur.

L'appareil de dissolution (fig. 3) se compose d'une pompe, aspirant dans le gazomètre d'un générateur quelconque, et refoulant le gaz dans des récipients dont la capacité utile varie de 3l 5 à 1 000 litres, et qui peuvent respectivement emmagasiner de 350 litres à 100 mètres cubes d'acétylène.

Quant aux industriels qui n'ont pas de très nombreux travaux à

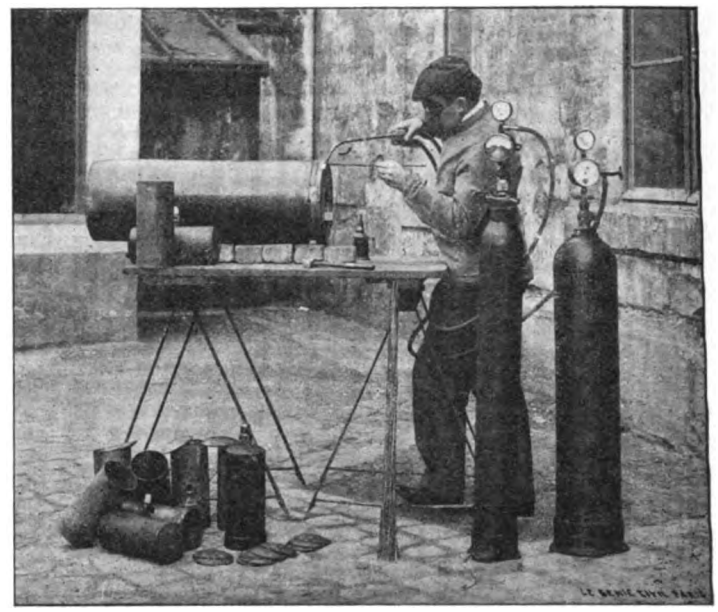


Fig. 4. — Matériel nécessaire pour faire une soudure au chalumeau avec l'acétylène dissous.

exécuter, et qui veulent se dispenser de créer cette petite station de chargement, il leur suffit de se munir du matériel suivant (fig. 4) :

1° Une bouteille d'acétylène dissous avec son régulateur de pression ;

2° Une bouteille d'oxygène, également avec son régulateur de pression ;

3° Un chalumeau relié aux dites bouteilles par un tuyautage en caoutchouc.

Il est à noter qu'aucune des variantes réalisées de divers côtés pour permettre la soudure à l'acétylène et à l'oxygène ne dispense de l'emploi du tube à oxygène. L'addition à ce tube du récipient d'acétylène dissous ne constitue donc ni un danger, puisqu'il est chargé à faible pression d'un corps inexplosif, ni un encombrement, puisqu'il se substitue purement et simplement au générateur d'acétylène.

A. Janet,
Ancien Ingénieur de la Marine.

MINES

HAVEUSES MÉCANIQUES

employées dans les mines de houille.

(Suite et fin[1].)

Haveuse Thomson-Houston. — La haveuse électrique, système Thomson-Houston, est pourvue d'un moteur triphasé. L'emploi des moteurs d'induction, dans les mines grisouteuses, offre l'avantage de supprimer les étincelles aux balais ; de plus, la construction de ces moteurs est plus simple et ils sont d'un fonctionnement plus souple que les moteurs à courant continu. C'est ainsi que, si les couteaux de la chaîne rencontrent des rognons de carbonate de fer ou de pyrite qu'ils ne peuvent entamer, l'induit du moteur cesse de tourner, sans aucun risque d'être brûlé.

La machine (fig. 19) comporte un bâti que l'on maintient à l'aide de deux vis de pression en avant et en arrière ; le long de ce bâti fixe se déplace le cadre mobile qui porte la chaîne, ainsi que le moteur et les engrenages. L'arbre du moteur est vertical ; il commande le mouvement de la chaîne par des roues dentées, et le déplacement du cadre par un système de vis sans fin et d'engrenages qui agissent sur un

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLIII, n° 10, p. 149, et n° 11, p. 170.

Digitized by Google

pignon à axe vertical. Un levier permet la mise en prise de ce pignon avec une crémaillère pour faire avancer le cadre, ou bien son débrayage et la mise en prise d'un autre pignon tournant en sens inverse, pour obtenir le retour en arrière du cadre.

La chaîne porte trois rangées de couteaux, et fait un havage de 10 centimètres d'épaisseur sur une largeur de 70 centimètres (déterminée par la largeur antérieure du cadre) et une profondeur de 2m 25 environ.

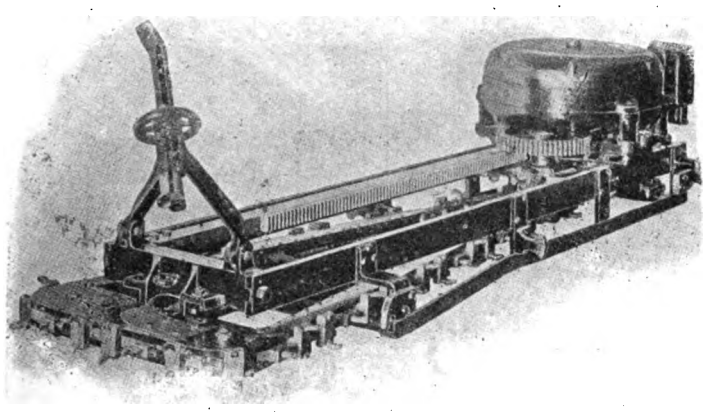


FIG. 19. — Haveuse Thomson-Houston.

On peut faire, avec cette machine, de quatre à huit havages à l'heure suivant la dureté du charbon.

Haveuse Morgan-Gardner. — La haveuse Morgan-Gardner (fig. 20) est une haveuse basse pour veines minces; c'est une machine du type ordinaire, c'est-à-dire à chariot avançant automatiquement sur un bâti fixe à mesure que la chaîne pénètre dans le charbon. La figure la représente placée sur un truck destiné à la transporter le long des galeries de mine. Le moteur électrique est à excitation compound; sa puissance est de 30 chevaux. L'induit tourne normalement à 750 tours par minute, et la vitesse correspondante de la chaîne est d'environ

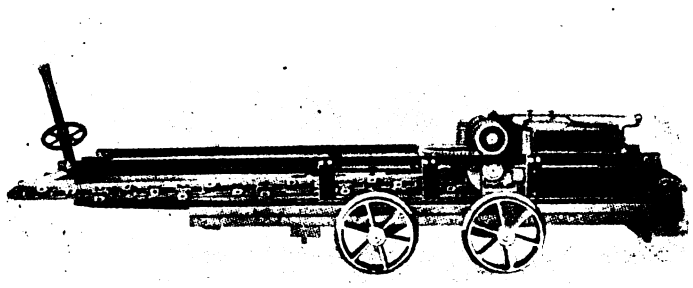


FIG. 20. — Haveuse à chaîne Morgan-Gardner.

14 mètres par seconde; la translation du chariot sur le bâti s'arrête automatiquement à fond de course, en avant comme en arrière.

Les dimensions principales de la machine sont les suivantes :

Longueur	mètres.	3,00
Hauteur	—	0,45
Largeur du bâti	—	0,60
Largeur mesurée à la partie antérieure de la chaîne coupante	—	1,05
Largeur mesurée y compris les couteaux	—	1,12
Poids	kilogr.	1100
Profondeur du havage	mètres.	1,80

Dans un charbonnage du Pas-de-Calais on a fait, avec une machine de ce type, des traçages, dans une veine de charbon de dureté moyenne, de 2 mètres de puissance; l'appareil étant installé en face du front de taille, on mettait quatre minutes un quart pour faire la *sous-cave* de 1m 80 sur 1m 05, et huit minutes pour ramener le cadre en arrière et déplacer la machine, de façon qu'elle fût prête à commencer la sous-cave voisine. La consommation de courant, sous 480 volts, était de 12 ampères environ, pendant l'avancement du cadre.

Rouilleuse Morgan-Gardner. — La rouilleuse Morgan-Gardner s'emploie de la même façon que la rouilleuse Jeffrey, que nous avons déjà étudiée. Elle est semblable à la haveuse précédente; mais le cadre de la chaîne coupante est disposé verticalement. Elle peut faire des entailles de 0m 90 de hauteur sur 2m 10 de profondeur.

Dépileuse Noble (Morgan-Gardner). — Cette machine est une haveuse qui avance le long du front de taille, pendant que la chaîne coupante creuse dans le charbon un sillon parallèle au mur de la couche, comme le fait la machine Sullivan dont nous venons de parler. La figure 21 est une vue de cette haveuse que représentent également, en plan et en coupe verticale, les figures 22 et 23. Le cadre de la chaîne coupante peut pivoter autour d'un axe vertical, grâce à un système d'engrenages que l'on commande par une manivelle à vis sans fin; il peut décrire ainsi un secteur d'environ 270 degrés, en passant d'un côté à l'autre de la machine. La chaîne est mise en mouvement par un second système d'engrenages, commandé par un moteur électrique dont l'arbre horizontal attaque, par un pignon d'angle, la roue dentée supérieure que l'on voit sur la figure 21; la couronne dentée située au-dessous est celle qui fait pivoter le cadre.

Pour le transport de la haveuse dans les galeries, on place le cadre dans le prolongement du bâti, de façon à occuper le moins de place

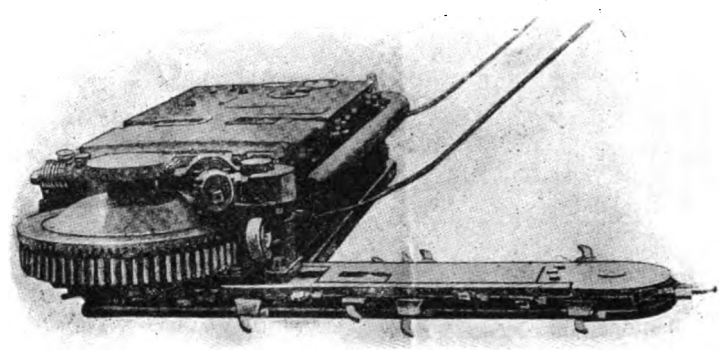


FIG. 21. — Dépileuse Noble.

possible. Quand on est arrivé au chantier d'abatage, on dispose l'appareil contre le front de taille et on attache, à un crochet que porte le cadre mobile, un câble dont l'autre extrémité vient s'enrouler sur un tambour vertical actionné par le moteur; ce câble passe sur une poulie fixée à une certaine distance en avant, contre le front de taille. On réalise ainsi l'avancement automatique de la machine, comme nous l'avons expliqué pour les haveuses à barre.

Pour commencer le havage, on met le moteur en marche, le tambour étant débrayé, et on tourne la manivelle à vis sans fin, de façon

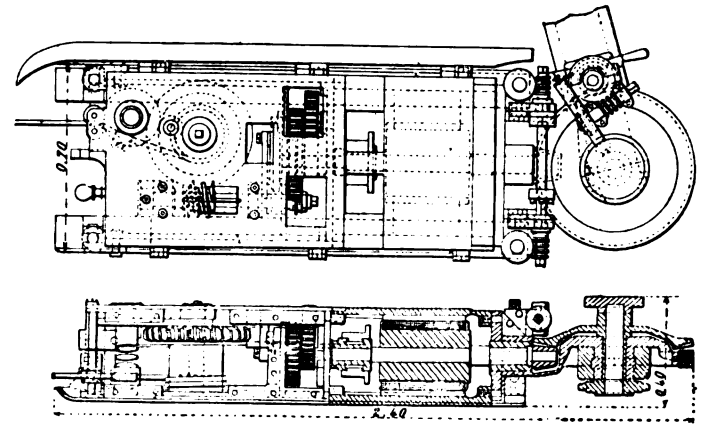


FIG. 22 et 23. — Plan et coupe verticale de la dépileuse Noble.

à faire pénétrer la chaîne dans le charbon, jusqu'à ce que le cadre, qui était parallèle au front, ait pris une position perpendiculaire; à partir de ce moment, on embraye le tambour, on débraye la manivelle et la machine fonctionne comme dépileuse, en glissant sur le sol comme la haveuse Sullivan.

Quand on est arrivé au bout du front de taille, on fait exécuter un demi-tour à la machine, on change le sens des couteaux de la chaîne, et on peut recommencer le dépilage en revenant en arrière; le cadre occupe alors la position symétrique de la précédente, par rapport à l'axe longitudinal de la haveuse.

Les dimensions d'encombrement de l'appareil sont :

Longueur	mètres.	2,40
Largeur	—	0,70
Hauteur	—	0,40
Poids	kilogr.	1250

On s'est servi de cette haveuse, notamment dans une houillère anglaise, pour faire le dépilage d'une veine de 0m 47 de puissance, reposant sur une bande de charbon escailleux de 11 centimètres, dans laquelle se pratiquait la coupure, qui avait 12 centimètres de largeur. La profondeur du havage était de 1m 35; on faisait environ 60 à 62 mètres d'avancement par poste de huit heures. Le toit était très mauvais et devait être soutenu par des bois placés tous les 60 centimètres. Le moteur, à excitation compound, consommait de 12 à 15 ampères, sous 400 volts.

Haveuse Mather et Platt. — Cette machine est une dépileuse qui peut haver à l'aller et au retour, comme la précédente; le cadre qui porte

Digitized by Google

la chaîne peut pivoter autour du centre d'un plateau fixe, sur lequel on le boulonne à la position voulue. Les figures 24 et 25 représentent cette machine en élévation et en plan. Le bâti est en acier fondu ; il porte un moteur électrique à quatre pôles, avec excitation en série, qui commande la chaîne coupante par l'intermédiaire de roues d'engrenages et d'une vis sans fin. L'autre extrémité de l'arbre du moteur commande le treuil d'avancement automatique, par une transmission à vis sans fin.

La chaîne se compose d'anneaux en acier fondu et en acier forgé,

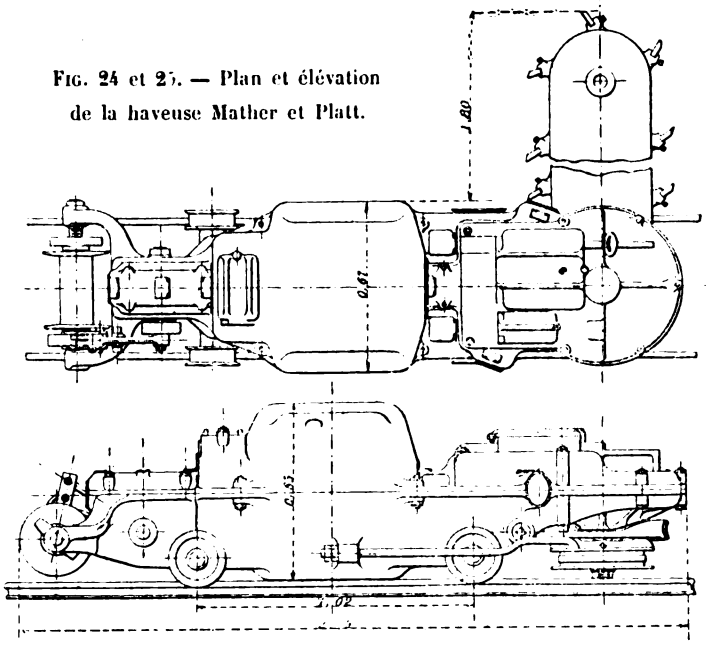


Fig. 24 et 25. — Plan et élévation de la haveuse Mather et Platt.

les premiers portant les couteaux, et les seconds engrenant avec les dents des roues de transmission.

Les dimensions principales de cette machine sont :

		N° 1.	N° 2.
Longueur	mètres.	2,45	1,95
Largeur, sans la chaîne		0,67	0,56
Hauteur au-dessus des rails		0,65	0,56
Profondeur du havage		1,80	1,20
Poids	kilogr.	2 300	1 300

Haveuses a disque. — Dans les haveuses à disque, la chaîne coupante des machines précédentes est remplacée par un disque, muni de couteaux sur sa périphérie, et tournant horizontalement autour d'un centre fixe. La profondeur du havage est déterminée par les dimensions du disque.

Le moteur de la machine, en même temps qu'il fait tourner le disque, détermine l'avancement de la haveuse, parallèlement au front de taille, comme nous l'avons déjà expliqué à propos de la haveuse à barre.

La rotation du disque s'obtient à l'aide d'un pignon, commandé par le moteur, qui engrène avec une couronne dentée montée sur le disque ; en réalité, la couronne dentée est constituée par le disque lui-même, qui est évidé entre deux circonférences concentriques, de façon à présenter des barreaux entre lesquels viennent se loger les dents du pignon (fig. 27).

Nous allons passer rapidement en revue les principales machines de ce système.

Haveuses Diamond. — La figure 26 est relative à une haveuse système Diamond, actionnée par un moteur à air comprimé, à deux

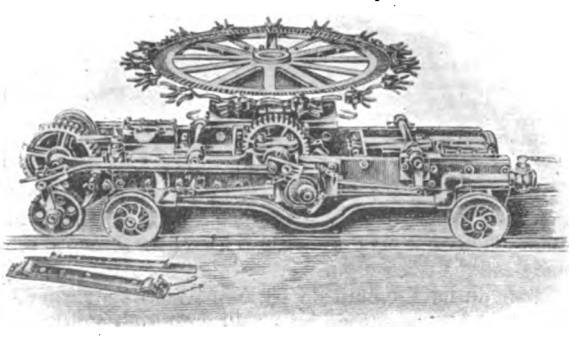


Fig. 26. — Haveuse Diamond à air comprimé.

cylindres disposés symétriquement de part et d'autre de l'arbre moteur. Cette haveuse peut tailler une *sous-cave* de 1m 67 de profondeur, sur une épaisseur de 125 millimètres; le disque, dans le cas de la figure 27, est disposé à une certaine hauteur au-dessus du sol, de façon à faire le havage dans un banc schisteux situé à cette hauteur. La puissance du moteur est de 20 chevaux.

Des haveuses analogues sont pourvues de moteurs électriques, à

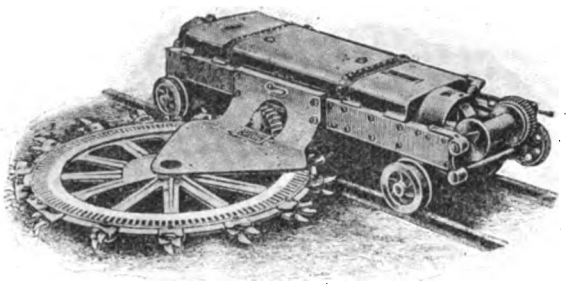


Fig. 27. — Haveuse électrique Diamond à courant continu.

courant continu ou alternatif; les figures 27, 28 et 29 sont relatives à une machine commandée par deux moteurs à courant continu, de 10 chevaux chacun; les moteurs de la haveuse (fig. 30) sont à courant triphasé. Nous avons signalé plus haut les avantages des moteurs d'induction, qui sont : suppression des étincelles, souplesse du fonctionnement, simplicité de construction. Les moteurs sont construits pour des tensions de 200 à 600 volts; ils sont renfermés dans des

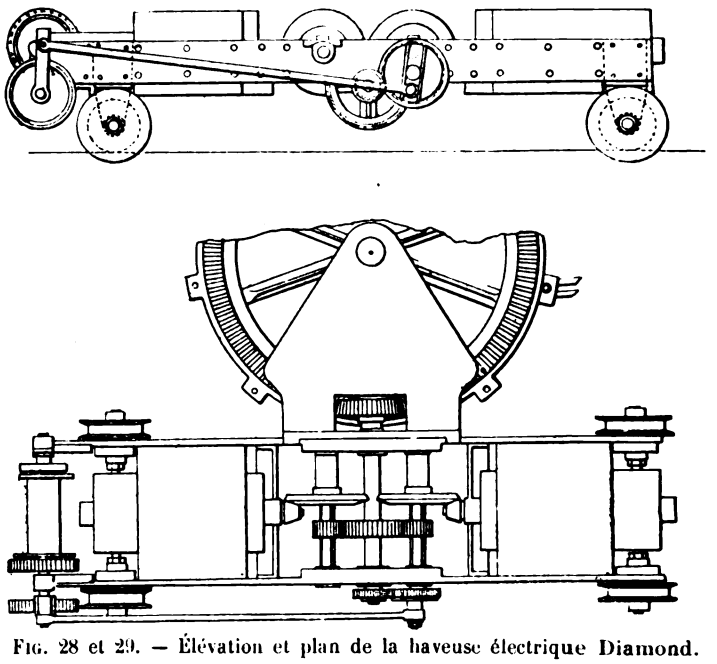


Fig. 28 et 29. — Élévation et plan de la haveuse électrique Diamond.

enveloppes étanches, qui les protègent contre les poussières et l'humidité et qui écartent le danger provenant des étincelles aux balais, si les moteurs sont à courant continu.

Le disque est placé au milieu de la longueur du bâti; dès lors, la machine est bien équilibrée et peut haver dans les deux sens, pourvu que l'on retourne les couteaux; à cet effet, ceux-ci sont fixés dans

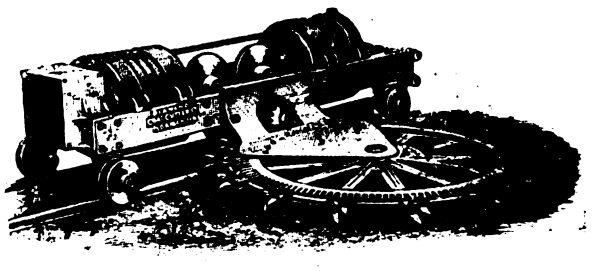


Fig. 30. — Haveuse électrique Diamond à courant triphasé.

des porte-couteaux, eux-mêmes boulonnés sur le disque; il suffit de retourner ces porte-couteaux pour que la machine soit prête à continuer le havage du front de taille, en revenant sur le chemin déjà parcouru.

Ces machines, dans leurs applications en Angleterre, permettent d'obtenir des avancements de 60 à 80 mètres par journée de huit heures, selon la dureté du charbon ou du banc schisteux dans lequel on have.

Digitized by Google

Haveuse Gillott et Copley. — La haveuse à air comprimé, système Gillott et Copley (fig. 31) est d'un type analogue au précédent, mais les deux cylindres du moteur sont placés côte à côte, au lieu d'être situés de part et d'autre de l'arbre moteur.

Les cylindres ont 187, 212 ou 225 millimètres de diamètre, selon

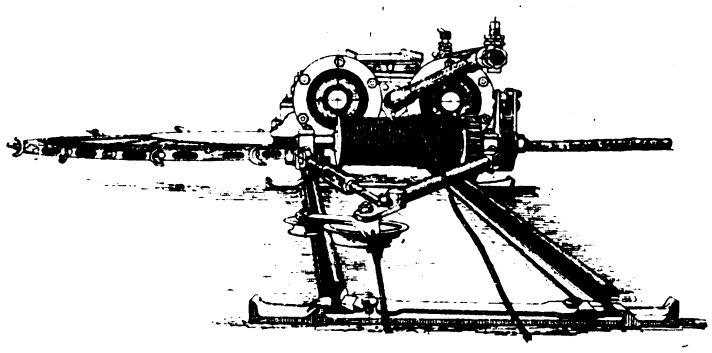


Fig. 31. — Haveuse Gillot et Copley.

les types de machines; la course des pistons est de 225 millimètres.

Le disque porte de 20 à 30 couteaux; son diamètre est de 1m 22, ce qui permet de haver à une profondeur de 1m 05, sur une épaisseur de 10 centimètres. Les dimensions de la machine sont :

Hauteur, y compris les rails.	mètres.	0,57
Longueur		1,95
Largeur, sans le disque		0,97
Poids approximatif	kilogr.	750

La figure montre bien le mode d'avancement automatique que nous avons décrit plus haut.

Haveuse Jeffrey. — La haveuse à disque Jeffrey (fig. 32) peut se déplacer sur un monorail, la machine étant soutenue par deux roues situées à peu près dans son plan médian et par le disque lui-même, qui repose sur le sol de la sous-cave. Elle est commandée par un

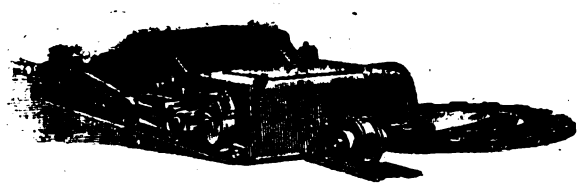


Fig. 32. — Haveuse à disque, système Jeffrey.

moteur électrique ou un moteur à air comprimé à deux cylindres, de 20 chevaux. Elle a 2m 45 de longueur sur 1m 12 de largeur, et 48 centimètres de hauteur; son poids est de 1 900 kilogr. Ces machines font des havées de 90 centimètres à 1m 80 de profondeur, sur une épaisseur de 10 à 22 centimètres.

Haveuse Clarke. — La haveuse Clarke (fig. 33), à moteur électrique,

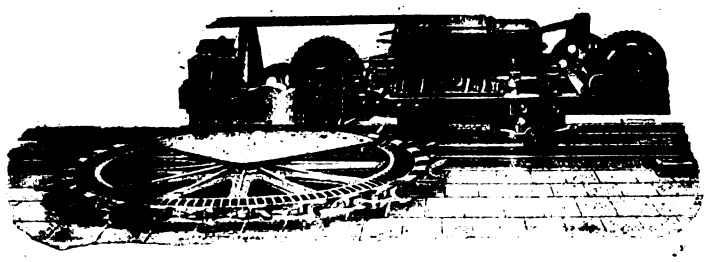


Fig. 33. — Haveuse Clarke.

est construite par la maison Scott et Mountain, suivant deux types, dont les dimensions principales sont données dans le tableau suivant :

	TYPE NORMAL	TYPE BAS
Longueur . . . . . mètres.	2,52	2,65
Largeur	0,97	1,10
Hauteur.	0,65	0,42
Poids . . . . . kilogr.	2100	1700
Puissance du moteur . . . . . chevaux.	25	25

Le type normal peut haver aux profondeurs suivantes, selon le diamètre du disque :

Diamètre du disque.	Profondeur du havage.
1m 20	1m 05
1m 50	1m 35
1m 80	1m 65

Le disque tourne à des vitesses qui peuvent varier de 20 à 50 tours par minute; le moteur, d'une puissance de 25 chevaux, tourne à 900 tours par minute.

Haveuse de la « Yorkshire Engine Co ». — La haveuse de la « Yorkshire Engine Co » est actionnée par un moteur à air comprimé à deux cylindres; elle est d'un type analogue à la machine Gillott et Copley.

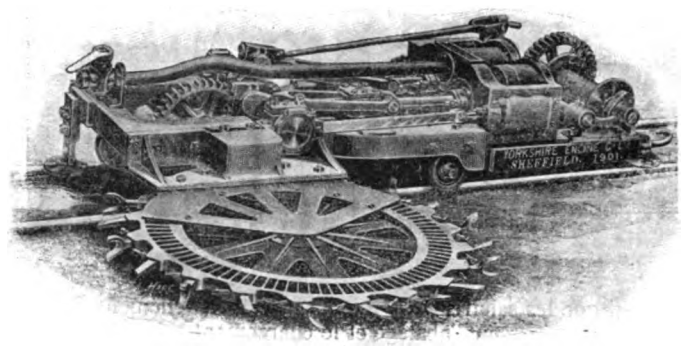


Fig. 34. — Haveuse de la « Yorkshire Engine Co ».

Elle se construit suivant quatre modèles, différant par les dimensions du disque, et permettant d'obtenir des profondeurs de havage de 1m 07, 1m 22, 1m 37 et 1m 52.

Les dimensions principales de la machine (fig. 34) sont :

Longueur totale.	mètres.	2,700
Largeur, non compris le disque. . . .	millimètres.	975
Hauteur au-dessus des rails		525
Diamètre des cylindres.		225
Course des pistons.		225
Poids de la machine.	kilogr.	1200

Le moteur fonctionne avec de l'air comprimé à 2 ou 3 kilogr. par centimètre carré.

Traceuses circulaires. — *Traceuse Stanley.* — La traceuse Stanley, de la Nuneaton Engineering Co, est destinée à creuser des galeries

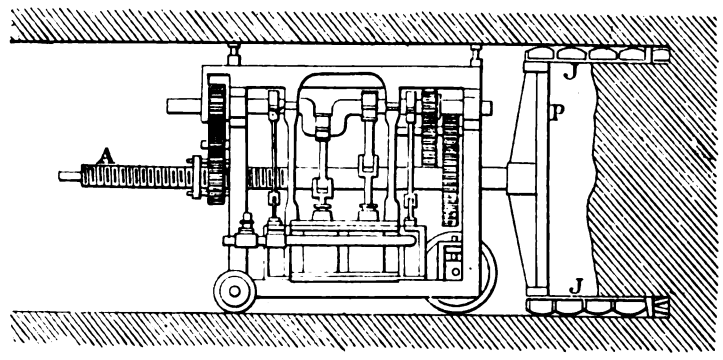


Fig. 35. — Traceuse Stanley à air comprimé.

dans le charbon. Elle consiste (fig. 35) en une pièce métallique P montée à l'extrémité d'un arbre A mis en mouvement par un moteur électrique ou à air comprimé; cette pièce est pourvue de deux fortes joues J, sur lesquelles sont fixés les couteaux destinés à attaquer le charbon. En même temps que l'arbre tourne sur lui-même, la pièce avance peu à peu, grâce à un système de vis et d'écrous, jusqu'à ce que la machine ait taillé dans le charbon un cylindre horizontal de la longueur des joues, qui ne tient que par sa base, et que l'on abat facilement ensuite. Les joues J portent des nervures inclinées dont l'effet, pendant le mouvement de rotation de la pièce P, est de chasser au dehors le poussier abattu par les couteaux. Le bâti de la machine, monté sur roues, est calé solidement contre le toit à l'aide de vis.

Ces traceuses peuvent percer des galeries de 1m 20 à 2m 10 de diamètre, suivant leurs dimensions. Dans les veines minces, où la largeur des galeries doit être supérieure à leur hauteur, on se sert de machines constituées par deux traceuses placées côte à côte, et commandées par le même moteur (fig. 36).

Conclusion. — Nous avons décrit presque toutes les haveuses employées dans les mines de houille. La comparaison de ces machines entre elles serait très difficile, sinon impossible, car il faudrait que les

Digitized by Google

résultats indiqués se rapportassent à des couches de charbon de même dureté, de puissances semblables, et de toit identique.

Ce qu'on peut dire d'une façon générale, c'est que, si dans les mines françaises l'emploi des haveuses ne s'est pas généralisé par suite de l'irrégularité de nos gisements, aux États-Unis, où leur emploi est tout indiqué, la substitution du havage mécanique à l'abatage à la main a très notablement abaissé le prix de revient du charbon;

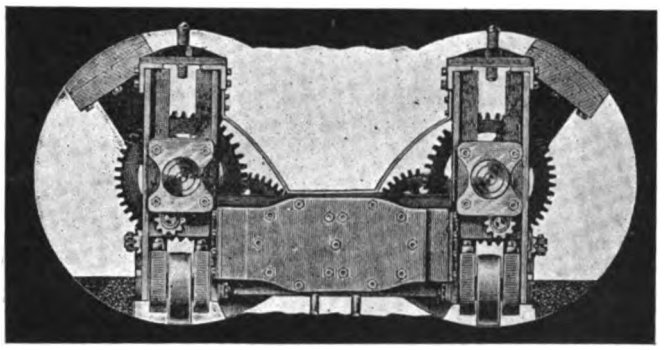


Fig. 36. — Traceuses jumelles Stanley.

c'est ainsi que les salaires des mineurs sont actuellement établis de la façon suivante, pour l'abatage et le chargement :

	Veines minces.		Veines puissantes.	
	Francs par tonne de criblé de 30 millimètres et au-dessus.			
Abatage à la main et chargement. . .		4,00		3,34
Abatage mécanique (haveuses à pic) :				
Havage proprement dit	0,75		0,56	
Chargement.	1,98		1,70	
		2,73		2,26
Abatage mécanique (haveuses à chaîne) :				
Havage proprement dit	0,48		0,37	
Chargement.	2,03		1,72	
		2,51		2,09

J. Rosset,
Ingénieur civil des Mines.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Vᵉ CONGRÈS INTERNATIONAL DE CHIMIE APPLIQUÉE
tenu à Berlin, du 2 au 8 juin 1903.

Depuis leur fondation, à Bruxelles, en 1894, les Congrès internationaux de Chimie appliquée ont eu, dans leurs réunions successives, à Paris en 1896, à Vienne en 1898, à Paris encore en 1900, et enfin, dernièrement à Berlin (2-8 juin 1903) des succès croissants. Le récent Congrès de Berlin a réuni 3 600 adhérents, chiffre supérieur de plus de 1 800 à celui des chimistes qui sont venus à Paris, prendre part au IVᵉ Congrès, lors de l'Exposition universelle.

La séance d'ouverture, le 3 juin, eut lieu dans la grande salle des délibérations du Parlement, sous la présidence du docteur Otto Witt, conseiller intime, professeur à la Technische Hochschule. S. A. I. le prince Frédéric-Henri de Prusse y représentait son frère, l'empereur Guillaume II. Après les discours prononcés par divers hauts personnages allemands et par les chefs des missions officielles étrangères, le Congrès s'est divisé en onze sections, entre lesquelles ses membres se sont répartis d'après la nature de leurs occupations et de leurs travaux habituels.

En une séance plénière, tenue le 5 juin, le Congrès a entendu des Conférences du plus haut intérêt qui lui ont été faites successivement par MM. Moissan (Paris), W. Crookes (Londres), Van't Hof (Berlin), Solvay (Bruxelles), Engler (Carlsruhe) et Kræmer (Berlin).

M. Moissan, l'éminent professeur à la Sorbonne, expose ses travaux sur les hydrures métalliques, dont il a poussé très loin l'étude et fait des synthèses définitives. Produits par l'action de l'hydrogène sur les métaux, ces corps jouissent de propriétés extrêmement importantes; d'abord, ils se comportent comme des métalloïdes, et n'ont que peu de conductibilité; ensuite et surtout ce sont des réducteurs merveilleux. Les hydrures métalliques n'ont pas encore d'application industrielle, mais leurs propriétés réductrices très énergiques leur promettent certainement un avenir considérable: très probablement, ils seront le point de départ d'une industrie importante quand ils seront devenus de fabrication courante et d'obtention aisée. Les applaudissements répétés qui ont salué M. Moissan ont marqué de façon évidente la volonté du Congrès de remercier notre compatriote d'avoir signalé au monde scientifique la naissance possible d'une branche importante de la Chimie appliquée.

M. Crookes lit un mémoire de pure philosophie scientifique « Vues modernes sur la matière », et M. Van't Hof présente une série de considérations nouvelles sur la cristallographie qui ne seront pas le chapitre le moins attachant de la stéréochimie.

M. Solvay expose la genèse de son procédé de fabrication de la soude à l'ammoniaque et fait l'historique de l'industrie qu'il a créée : Fondées en 1863, ses fabriques de Couillet produisaient, en 1866, 1 500 kilogr. de soude par jour, soit 547 tonnes par an : elles en produisent aujourd'hui 1 650 000 tonnes par an, sur une production mondiale totale de 1 800 000 tonnes. Quarante années de luttes opiniâtres couronnées par un si éclatant succès, voilà un exemple de nature à encourager les industriels qui se plaignent d'avoir des débuts pénibles et difficiles; voilà de quoi les garder du découragement.

M. Engler, qui a poussé très loin l'étude des autoxydations, présente, à propos de ces phénomènes assez obscurs, des aperçus aussi neufs qu'ingénieux.

M. Kræmer lit un mémoire intitulé « Recherches sur le domaine du goudron de houille ». Il y met au point la question des travaux accomplis en cette matière, et montre quel champ fécond en investigations est encore ouvert aux chercheurs; le goudron, Protée moderne, nous réserve certainement d'extraordinaires surprises.

Travaux des Sections. — Nous ne pouvons mentionner ici les titres des 1 100 communications présentées au Congrès. Nous nous bornerons à signaler, dans chaque section, les mémoires et les travaux les plus intéressants.

Section I : *Chimie analytique et appareils de Chimie.* — La section internationale permanente d'analyse rend compte de ses travaux, entend un remarquable rapport de M. Lindet sur « le Choix d'un antiseptique destiné à conserver les échantillons de lait pour l'analyse », et approuve le projet de statuts présenté par son président M. Lunge.

A signaler tout spécialement : le rapport de la Commission d'analyse des engrais chimiques et des fourrages; de M. von Grueber (Malmoe) : analyse du salpêtre; de M. Fresenius (Wiesbaden) : nouvelles méthodes d'analyse des gaz; du docteur Wohl (Berlin) : analyse exacte des cendres; du docteur Wislicenus (Thorand) : analyse des matières grasses; du docteur Hehner (Londres) : échantillonnage; de M. Nicolle (Paris) : progrès dans la construction des balances pour analyses, etc., etc...

Section II : *Industrie chimique des produits inorganiques.* — Les principaux travaux sont ceux de MM. Lunge et Knietsch sur l'influence des gaz diluants et de la pression dans le procédé par contact; de MM. Frank (Charlottenbourg) et Rœssler (Francfort-sur-Mein) sur le cyanogène; de M. Lange (Nieder-Schöneweide) sur les gaz liquéfiés; de M. Mylius (Charlottenbourg), de M. Héraeus (Hanau) et de M. Dralle (Hameln) sur le verre et sur sa fabrication mécanique; de MM. Heinecke (Berlin), Heintze (Meissen) et Jochum (Carslruhe) sur la céramique; de M. Fresenius (Wiesbaden) sur le dosage des scories de haut fourneau dans le ciment; de M. Boudouard (Paris) sur les alliages de Mg avec Al, Cd, Cu, et sur les transformations allotropiques de Fe, etc.

Section III *a* : *Exploitation des mines. Métallurgie.* — La section a étudié tout particulièrement les questions suivantes, rapportées par MM. Namias et Ledebur : détermination de S, Ph et Mn dans les produits métallurgiques; Lürmann (Osnabrück) : dosage de O dans les fers fondus et les aciers; Goldschmidt (Essen) : production des fers de diverses natures au four électrique; Heyn (Charlottenbourg) : la métallographie au service de la métallurgie.

Section III *b* : *Explosifs.* — Les principaux travaux sont ceux de MM. Barthélemy : remplacement du fulminate de mercure comme détonateur; Brunowig, Bichel, Mettegang : épreuve des explosifs, et surtout des explosifs de sûreté; Rasch : explosion possible des gaz comprimés contenus dans les bombes; Will et Meute : transport des explosifs; Lenze : le perchlorate dans la poudre noire, ses dangers de fabrication et d'emploi.

Section IV *a* : *Préparations organiques; Produits extraits du goudron.* — Les travaux importants à signaler sont ceux de MM. Bueb (Dessau) et Fröhlich (Berlin) : composés du cyanogène; Connstein (Charlottenbourg) et Lewkowitch (Londres) : du rôle des enzymes comme séparateurs des matières grasses; Fischer (Göttingue) : la technique du gaz d'eau; Passler (Freyberg) : la tannerie; Weber (Manchester) : préparation du caoutchouc; Krey (Webau) : la paraffine; Schultz (Munich) et Friedlaender (Vienne) : produits préliminaires des matières colorantes artificielles; Steenberg (Copenhague) : les vernis gras; Arachequesne (Paris) : dégrèvement et dénaturation de l'alcool destiné aux emplois industriels.

Digitized by Google

Section IV *b* : ***Matières colorantes ; leur emploi.*** — Les principales communications sont celles de MM. Hömberg (Berlin) et Lange : règles directrices pour l'examen des matières colorantes ; Lehne (Grünewald) : dans quelles conditions d'emploi les matières colorantes naturelles ne peuvent-elles pas encore être remplacées par les couleurs du goudron ; Möhlau et Binz (Bonn) : analyse quantitative de l'indigo ; Schultz (Munich) et Bulow (Tübingen) : faut-il choisir les schémas avec chiffres pour l'unification de la désignation des positions des dérivés de la naphtaline ? et : nomenclature unifiée pour les matières colorantes polyazoïques ; Möhlau : l'indigo colloïdal ; Lange : le mercerisage ; Herzog (Barmen) et Süvern (Berlin) : la soie artificielle ; Hegel (Berlin) : nouveautés dans le domaine du tannage au chrome ; von Georgieviczs (Bielitz) : théorie de la teinture, etc.

Section V : ***Sucrerie.*** — Les mémoires les plus importants présentés à cette section sont ceux de MM. F. Sachs : quelle est, pour les appareils, la graduation la meilleure, celle de Mohr ou celle, toute récente, adoptée en Allemagne et en France ; Classen : amélioration dans l'évaporation des jus ; Aulard (Genappe) : nouveaux procédés de raffinage, et rôle de la chaux dans la fabrication du sucre ; Gurwitch : épuration électrolytique des jus sucrés et de la mélasse au moyen de cathodes verticales à mercure ; Stolle : nature chimique des produits de surchauffage du sucre ; Sachs : abolition du quotient de pureté ; Pellet (Paris) : quantité de sucre infermentescible dans les mélasses de cannes, et méthode de dosage du sucre restant dans les moûts fermentés de mélasse de canne.

Section VI : ***Fermentation et amidonnerie.*** — Les principales questions traitées dans cette section sont : Unification des méthodes d'analyse du malt de brasserie ; M. Lindet (Paris) : transformation des hydrates de carbone pendant la germination de l'orge ; M. Delbrück (Berlin) : importance des enzymes dans la vie des levures ; méthodes de détermination de la valeur de la levure pressée ; M. Lintner (Munich) et M. Mohr (Berlin) : unification de la méthode de détermination des diastases ; M. Bauer (Raab) : nutrition de la levure avec l'extrait de levure ; résultats dans la pratique de l'industrie de l'alcool ; M. Wehmer (Hanovre) : fermentation de la choucroute.

Section VII : ***Chimie agricole.*** — Les principaux mémoires présentés sont ceux de MM. Kellner : valeur nutritive des fourrages ; Haggemann (Popelsdorf) : le sucre dans l'alimentation du bétail ; Tollens (Goettingen) : dosage du soufre dans les combinaisons organiques ; Don Vincente de Laffitte (Madrid) : recherche des chlorates ; Emmerling (Kiel) : simplification dans les analyses de terres ; Schneidewind : traitement et efficacité du fumier.

Section VIII : ***Hygiène ; Chimie médicale et pharmaceutique ; Denrées alimentaires.*** — Les principaux travaux présentés sont ceux de MM. Quantin : analyse des tartres ; Rocques (Paris) : eaux-de-vie, cognac, rhum et arrac ; König (Münster) : détermination des pentosanes, de la cellulose, et de la lignine dans les matières fourragères et alimentaires ; Wassermann (Berlin) : recherche de l'albumine par voie biologique ; Weyl (Charlottenbourg) : l'ozone comme purificateur de l'eau ; Partheil (Bonn) : présence et détermination des acides organiques dans le vin ; Mathieu (Beaune) : détermination et dosage de SO^2 dans les vins ; Kosutany (Magyar-Ovar) : la farine de froment ; Démigès (Bordeaux) : dosage du sucre urinaire ; Effront (Bruxelles) : les peptones, etc.

Section IX : ***Photochimie.*** — Les rapports importants sont ceux de MM. Schaum (Marbourg) et Abegg (Breslau) : état actuel de nos connaissances sur la nature de l'image latente ; Miethe : photographie en couleurs ; Lumière et Seyewetz (Lyon) : causes diverses de production du voile dichroïque et destruction de ce voile ; Englisch (Stuttgart) : l'absorption dans les objectifs photographiques.

Section X : ***Électrochimie ; Physicochimie.*** — Les principaux travaux communiqués sont ceux de MM. Gall (Paris) : prise d'échantillons et analyse du carbure et de l'acétylène ; Goldschmidt (Essen) : production de l'acier au four électrique ; Moissan (Paris) : les carbures métalliques ; Nissenson (Stolberg), Danell (Aix-la-Chapelle) : précipitation quantitative et séparation électrolytiques des métaux ; Bodlaender (Brunswick) : application technique de la catalyse ; Fröhlich (Berlin) : un nouveau four électrique à résistance. La section fait adopter par le Congrès un vœu important, « Sur les unités de mesure électrochimiques, et un autre sur la fixation des unités et symboles à employer dans les formules.

Section XI : ***Questions de droit et d'économie en rapport avec l'industrie chimique.*** — Les principales questions ont été traitées par MM. Katz et Köppel : quel doit être l'objet de la garantie du brevet dans le domaine de l'industrie chimique ? Soetbeer et Simon : sur les cartels ; Haeuser et Diehl : garantie du véritable nom dans l'industrie chimique.

La simple énumération qui vient d'être faite des travaux les plus marquants examinés par chacune des sections, permet de se rendre compte de l'importance du Congrès qui a eu, dans le monde scientifique et industriel, un retentissement considérable.

Il est intéressant de signaler un fait qui, se produisant à l'époque du Congrès (on peut dire à son occasion), marque un hommage rendu à la science française en la personne d'un de ses plus illustres représentants. Héritière de Hoffmann, la Société chimique allemande a reçu de lui un legs important destiné à récompenser, tous les cinq ans, par la remise d'une médaille d'or de très grand module, les travaux d'un chimiste choisi sans distinction de nationalité, et à qui la chimie sera redevable de ses plus récents progrès. Le 5 juin, a eu lieu la cérémonie de la remise de cette médaille, qui a été décernée à M. Henri Moissan, professeur à la Sorbonne. C'est un juste hommage rendu par la chimie allemande aux magnifiques recherches du maître français sur le fluor, sur le four électrique, sur les carbures et sur les hydrures métalliques.

De nombreuses visites d'usines et de grands établissements ont eu lieu pendant les intervalles des séances du Congrès et ont encore augmenté l'intérêt qu'il a présenté.

Enfin il a été décidé que le prochain Congrès de Chimie appliquee aura lieu à Rome, en 1905.

Francis Marre.

VARIÉTÉS

Appareils pour transports aériens.

Les figures ci-jointes, empruntées à l'*Electrical Review*, montrent quelques détails des appareils de transport aérien construits par la Brown Hoisting Machinery C°, de Cleveland.

L'emploi de ce genre d'appareils tend, en effet, à se développer, et leur construction constitue actuellement une industrie importante.

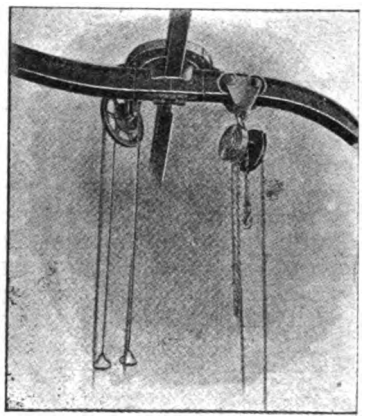


Fig. 1. — Plaque tournante.

Fig. 2. — Chariot de transport.

La figure 1 représente une plaque tournante permettant de faire passer le chariot d'une voie sur l'autre. Ainsi qu'on le voit, les quatre extrémités des chemins de roulement sont solidarisées par une pièce circulaire, qui sert de support à la partie mobile, l'aile inférieure des poutres restant entièrement libre pour le passage du chariot ; les

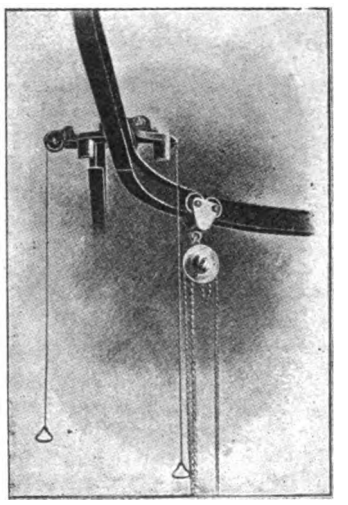


Fig. 3. — Aiguillage simple.

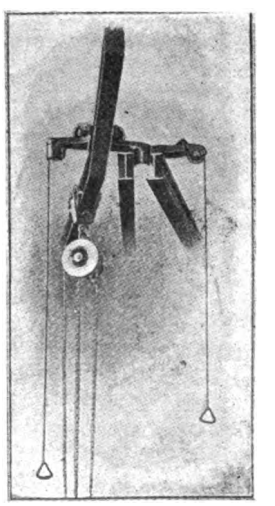


Fig. 4. — Aiguillage double.

figures 3 et 4 montrent des aiguillages, l'un simple, l'autre double. On y voit clairement le mode de guidage de la partie mobile, et les pièces qui servent à la commande de l'aiguillage depuis le sol. La figure 2 donne une idée de l'ensemble du chariot, qui roule sur les ailes inférieures d'un fer à double T.

Digitized by Google

Le diamètre des roues est presque égal à la hauteur de l'âme du fer, ce qui réduit la résistance au roulement. Les roues sont montées sur des arbres en acier, tournant dans des coussinets ajustables; chaque arbre est ainsi soutenu à ses deux extrémités. Les coussinets sont à graissage automatique, et contiennent du lubrifiant pour six mois. Les flasques du chariot sont en tôle d'acier.

La figure 5 est relative à un chariot électrique, qui se construit pour des charges de 1 à 5 tonnes. Il est suspendu à huit roues, par deux trucks pivotants; le chariot de 5 tonnes peut passer dans une courbe

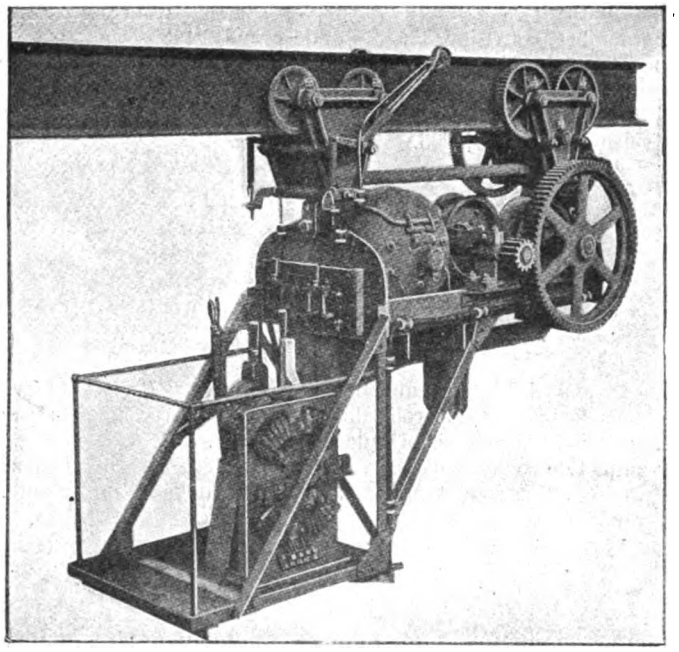


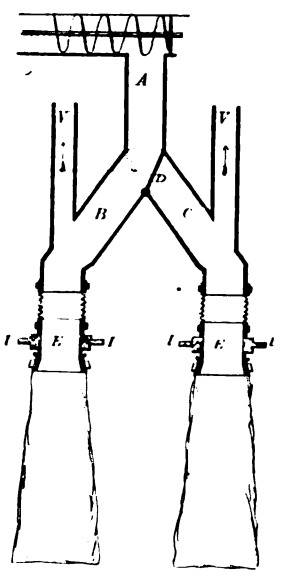
Fig. 5. — Chariot à commande électrique.

de 5 mètres de rayon. Un moteur électrique est disposé pour chacun des mouvements (avancement et levage), et l'opérateur est monté sur la machine. Le courant est pris sur des fils aériens par deux petits trolleys, et le système est démultiplié de façon à donner des vitesses d'avancement de 60 à 150 mètres par minute, et des vitesses de levage de 3 à 15 mètres.

Ensachage mécanique du ciment.

La Société des Ciments français de Boulogne a mis tout récemment à l'essai, dans son usine de Desvres, un système d'ensachage mécanique très ingénieux dont nous trouvons la description et le schéma dans une intéressante étude de M. L. Vasseur sur les ciments du Boulonnais.

Le ciment, amené par une vis, tombe dans le tuyau A pour prendre ensuite l'une des directions B ou C, suivant que la porte D obture l'un ou l'autre conduit, et arrive, de là, dans le sac dont l'ouverture est fixée au moyen d'un collier sur la pièce E, qui, elle-même, repose par les axes I sur l'un des bras du fléau d'une romaine. Cette pièce E est reliée aux conduits B et C par un tube flexible en étoffe qui lui laisse l'indépendance nécessaire au pesage.



L'un des sacs est donc en remplissage pendant que l'autre, plein, est enlevé et remplacé par un sac vide.

Le poids du sac plein produit un déclenchement qui, au moyen d'un système de levier, actionne la porte D pour fermer le conduit correspondant au sac plein et ouvrir l'autre.

On conçoit que si l'on se bornait à ces dispositifs, une partie du ciment fin tombant dans les sacs passerait au travers des toiles, causant une poussière considérable. Pour obvier à cet inconvénient, chacun des conduits B, C, est muni d'un tube V, qui le met en communication avec un ventilateur aspirant produisant dans les sacs une dépression empêchant la formation de la poussière au dehors.

La romaine est réglée pour que le poids du ciment dans le sac, augmenté du poids de celui qui se trouve déjà engagé dans le conduit qui correspond à ce sac, fasse 50 kilogr. au moment du déclenchement.

Dans les usines de construction récente, les silos sont surélevés, de sorte que les ensacheurs peuvent être installés sans frais excessifs. Dans les usines anciennes, il n'en est pas de même; les silos reposent sur le sol et le ciment doit en être sorti, puis élevé à la hauteur convenable pour être déversé dans les ensacheurs. P. R.

Chemins de fer de l'Engadine (Suisse). Tunnel de l'Albula.

La ligne de Thusis à Saint-Moritz, qui fait partie du réseau des Chemins de fer rhétiques de la Suisse, est aujourd'hui achevée, et le service d'exploitation a lieu, depuis le 1er juillet dernier, entre Thusis et Celerina, jusqu'à 3 kilom. environ de son terminus (fig. 1). Des

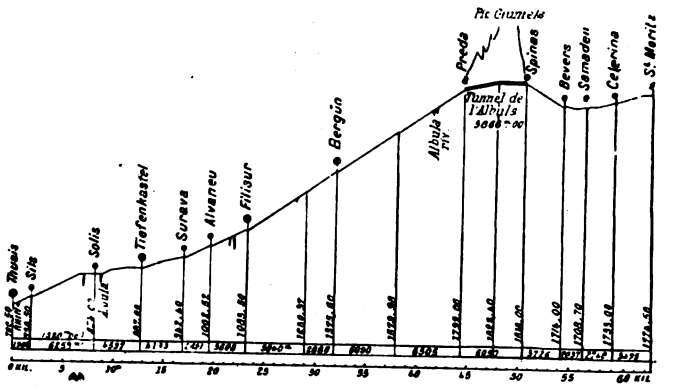


Fig. 1. — Profil en long de la ligne Thusis-Saint-Moritz.

trains directs circulent entre Coire et Celerina, en correspondance immédiate avec les rapides de Paris à Bâle.

L'embranchement de la même ligne, entre Reichenau et Ilanz, avait été inauguré dès le 1er juin.

Rappelons (1) que la ligne Thusis-Saint-Moritz (fig. 2), à voie étroite de 1 mètre, mesure 62km 800 avec des rampes atteignant 35 °/oo et des courbes qui descendent jusqu'à 100 mètres de rayon. Le point culminant, dans le tunnel de l'Albula, est à l'altitude de 1 823 mètres. Les dépenses effectives de l'ensemble de la ligne se sont élevées à près de 25 millions de francs, dépassant d'environ 12 °/o les prévisions. Le tunnel de l'Albula, notamment, a coûté 1 870 000 francs de plus que le chiffre des devis; la longueur des autres tunnels et les travaux de sécurité ont été augmentés au cours des travaux, causant un nouvel accroissement des dépenses.

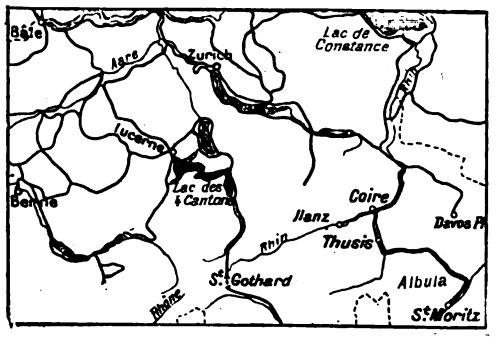


Fig. 2.
Tracé de la ligne Thusis-Saint-Moritz.

Le tunnel de l'Albula (5 866 mètres), qui devait coûter 5 700 000 fr., soit 972 francs le mètre, fut adjugé à 5 200 000 francs, soit 886 francs le mètre; il coûte en réalité 7 070 000 francs, soit 1 205 francs le mètre, non compris la perte que les entrepreneurs assurent s'élever, pour eux, à 885 000 francs.

Les terrains traversés, en allant du nord au sud, sont :

1 097 mètres de calcaire et de schiste du trias;
111 mètres de dolomite spongieuse;
52 mètres de schiste de Casanna (du permien ou du carbonifèrien);
4 346 mètres de granit de l'Albula, traversé sur 65 mètres de longueur par du schiste;
90 mètres d'argile compacte;
170 mètres de granit disloqué.

Le tableau ci-dessous compare les principaux tunnels au point de vue des avancements obtenus avec diverses perforatrices :

Les trois premières perforatrices sont à percussion, les autres sont à rotation.

Au tunnel du Simplon, l'avancement de juin 1902 (côté sud) a atteint 238 mètres dans le schiste micacé, avec des perforatrices Brandt. La section de la galerie d'avancement est de 6 mètres carrés.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 23, p. 357.

Digitized by Google

	DATE	LONGUEUR	SECTION	ROCHES traversées au moment de l'avancement maximum	PERFORATRICES	AVANCEMENT mensuel maximum
		mètres	m²			mètres
Mont-Cenis.	1857-70	12 849	7,3	Schiste calcaire.	Sommeiller.	89,20
Tunnel Kaiser Wilhelm, près Cochem . . .	1874-77	4 205	9,5	Schiste.	Perroux.	105,00
Gothard.	1872-80	14 984	6,5	Gneiss.	Mac-Kean.	171,70
Arlberg.	1880-83	10 250	6,9	Schiste micacé et graphiteux.	Brandt.	115,30
Albula	1898-1902	5 866	6,0	Granit.	Brandt.	218,50

Les difficultés survenues en juin 1900 dans le percement du tunnel de l'Albula furent telles que les perforatrices n'ont pu reprendre leur fonctionnement qu'en septembre 1901. Les travaux ont dû être mis en régie à partir du 1er avril 1901.

A ce sujet, et afin d'établir les chiffres de base qui semblent les plus sûrs pour évaluer les dépenses d'un tunnel projeté, M. von Reckenchuss, professeur à l'École technique supérieure de Vienne, a réuni, dans un article publié par la *Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur-Vereines*, les indications données par des auteurs compétents, et les résultats obtenus dans le percement des grands tunnels récents.

M. Rziha indique, pour un tunnel à deux voies, de 8 mètres de largeur et de 6 kilom. de longueur, percé dans les Alpes avec des machines perforatrices, une dépense de 2 500 francs par mètre; pour un tunnel analogue à une seule voie, 1 600 à 1 700 francs.

M. Ladame, pour un tunnel de 8 mètres de largeur, indique les frais suivants :

TERRAINS TRAVERSÉS	DÉPENSES PAR MÈTRE COURANT (francs)		
	moyenne	minimum	maximum
Granit, gneiss	1 642	1 008	3 122
Schiste, grès.	1 237	707	1 659
Terrain triasique.	1 490	1 440	1 531
Terrain jurassique	1 278	578	2 578
Crétacé	978	449	1 548
Tertiaire.	1 738	895	3 089

Ces prix concernent des tunnels de faible longueur.

On peut chercher une formule exprimant l'accroissement des frais en fonction de la longueur du tunnel. Soit p la dépense par mètre pour le premier kilomètre de tunnel (à partir de chaque tête), et admettons qu'elle croisse de 100 francs par mètre pour chaque kilomètre d'avancement. La dépense totale, pour un tunnel de L kilom. de longueur, sera donc :

$$P_1 = 2 \times 1000\left[p + (p+100) + (p+200) + \ldots\ldots + \left(p + \left(\frac{L}{2} - 1\right)100\right)\right],$$

c'est-à-dire : $$P_1 = 1000L\left[p + \frac{\frac{L}{2} - 1}{2}\,100\right].$$

Soit, par mètre courant, $p_1 = p + 25(L - 2)$ francs.

L'accroissement de 100 francs par mètre, qui sert de base à ce calcul, correspond à la moyenne des résultats observés au tunnel de l'Arlberg, et représente les dépenses supplémentaires de transport et de ventilation. Il faut y ajouter, d'après M. Ladame, pour la dépense des installations de perforation, une somme P_2 donnée par la formule suivante, qui résume les résultats obtenus au Mont-Cenis, au Gothard et à l'Arlberg :

$$P_2 = (2500\,000 + 100\,000\,L)\,(1 + 0{,}02\,L) \text{ francs},$$

ou, par mètre courant :

$$p_2 = \frac{(2500 + 100\,L)\,(1 + 0{,}02\,L)}{L}.$$

Le facteur : 0,02 L représente ici l'intérêt à 4 % du capital engagé, en admettant que les travaux durent $\frac{L}{2}$ ans (c'est-à-dire que chaque avancement marche de 1 kilom. par an).

En résumé, la dépense totale par mètre serait :

$$p' = \left[p + 25(L-2) + \frac{(2500 + 100\,L)\,(1 + 0{,}02\,L)}{L}\right] \text{ francs}.$$

L'application de cette formule au tunnel de l'Albula (dont les trois quarts sont percés dans le granit) donnerait, en prenant $p = 1\,640$ francs, et L = 6 kilomètres :

$$p = 2320 \text{ francs}.$$

Mais, le tunnel exécuté n'ayant qu'une voie, les frais sont de 30 à 35 % moins élevés que dans le cas de deux voies, soit 1 530 francs seulement. On a vu ci-dessus que les chiffres du devis (et même les dépenses réelles) étaient sensiblement inférieurs à cette valeur, ce qui tient à l'adoption d'une voie étroite de 1 mètre au lieu d'une voie normale.

Il convient cependant de remarquer que l'économie réalisée par la substitution de la voie étroite à la voie large est relativement restreinte (15 à 20 %), et s'atténue à mesure que la longueur du tunnel augmente, car les installations mécaniques et les frais généraux sont à peu près les mêmes qu'avec une voie large, et l'abatage et les transports sont, dans ce cas, plutôt entravés par la faible largeur de la galerie.

École Centrale des Arts et Manufactures.

Liste, par ordre de mérite,
des élèves ayant obtenu le Diplôme d'Ingénieur des Arts et Manufactures ou le Certificat de capacité.

ÉLÈVES SORTANT A LA FIN DE L'ANNÉE SCOLAIRE 1902-1903.

I. *Diplômes.*

1 Royer; - 2 Hannequin; - 3 Martin; - 4 Bruneton; - 5 Delaye; - 6 Renaux; - 7 Roszak; - 8 Turin; - 9 Strohl; - 10 Tastet; - 11 Budin; - 12 Lefebvre (Léon); - 13 Cherville; - 14 Schapira; - 15 Landel; - 16 Detève; - 17 Chartier; - 18 Robin; - 19 Loisif; - 20 Schmidt.

21 Brunnarius; - 22 Garnier; - 23 Laval; - 24 Melchior; - 25 Lambinet; - 26 Caillat; - 27 Lavallée; - 28 Souville; - 29 Brille; - 30 Grandsire; - 31 Biltz; - 32 Jalaguier; - 33 de Coupigny; - 34 Hochstetter; - 35 Crombach; - 36 Verry; - 37 Spinosa-Cattela; - 38 Legros; - 39 Deprecq; - 40 Griffe.

41 Delbove; - 42 Dugas; - 43 Méric; - 44 Fochier; - 45 Le Clézio; - 46 Rocher; - 47 Bories; - 48 Levasseur; - 49 Grimault; - 50 Doat; - 51 Brull; - 52 Gauthier (Georges); - 53 Laedlein; - 54 Berthier; - 55 Mathieu; - 56 Delègue; - 57 Joie; - 58 Devedec; - 59 Pinsart; - 60 Misset.

61 Germain; - 62 Degroote; - 63 Maquart; - 64 Froideval; - 65 Becquart; - 66 Bultot; - 67 Weiss; - 68 Veyrat; - 69 Lehec; - 70 Charles; - 71 Bruley; - 72 Maugars; - 73 Billot; - 74 Guillery; - 75 Menet; - 76 Lefebvre (Lucien); - 77 Guilmoto; - 78 Hu; - 79 Bonnet; - 80 Jeannin et Zuber *(ex æquo)*.

82 Thomas; - 83 Le Moyne; - 84 Bell; - 85 Hoppenot; - 86 Knecht; - 87 Prègre; - 88 Leseible; - 89 Marchandise; - 90 Decourchelle; - 91 de Verneuil; - 92 Caffort; - 93 Navarre; - 94 Default; - 95 Goupil; - 96 de Saint-Léger; - 97 Charne; - 98 de Place; - 99 Gariot; - 100 Duval et Mondange *(ex æquo)*.

102 Braive; - 103 Chariot; - 104 Wouters; - 105 Larran; - 106 Machiels et Poirot *(ex æquo)*; - 108 Sénéclauze; - 109 Ingouf; - 110 Ulmer; - 111 Benoît; - 112 Giraud (Louis); - 113 Halphen; - 114 Bussac; - 115 Duhourcau; - 116 Binoche; - 117 Bregeras et Vandewalle *(ex æquo)*; - 119 de Cordemoy; - 120 de Rotalier.

121 Gaubert; - 122 Dugué; - 123 Pomès; - 124 de Verdière; - 125 Canal; - 126 Hay; - 127 Rapy; - 128 Paraf; - 129 de Montgolfier; - 130 Dembiermont; - 131 Borgel; - 132 Helouvri; - 133 Canuel; - 134 Fave; - 135 Laporte; - 136 Dumoutier; - 137 Marette; - 138 de Chantemèle; - 139 Huguenel; - 140 Charpentier.

141 Luc; - 142 Ambroise; - 143 Picard; - 144 Birlé; - 145 de Champs; - 146 Smolikowski; - 147 Corbin; - 148 Quiquandon; - 149 Meyzonnier; - 150 Imbault; - 151 Cassaigne; - 152 Lacouture et Teillard *(ex æquo)*; - 154 Francq; - 155 Stievenard; - 156 Flobert; - 157 Salvan; - 158 Frémy; - 159 Marchal; - 160 Potié.

161 Caplain; - 162 Dessin; - 163 Kœchlin; - 164 Isoré; - 165 Lescure; - 166 Herbecq; - 167 Henry (René); - 168 Henry-Coüannier; - 169 Moreau (André); - 170 Lecourt; - 171 Leday; - 172 Bailly (Manlius); - 173 Bertaux; - 174 de Montagu; - 175 Hérou; - 176 Pelvet; - 177 Reitlinger; - 178 Pezeril; - 179 Caizergues; - 180 Boname.

181 Marbot; - 182 Delbourg; - 183 Lesure (Maurice); - 184 Deroche; - 185 Métivier; - 186 Bolomey; - 187 Schérer; - 188 Dreyfous, Faure et Michel *(ex æquo)*.

191 Girod (Emmanuel); - 192 Pépinster.

II. *Certificats.*

1 Pastrie et de Perpigna *(ex æquo)*; - 3 Marque; - 4 Theillaud; - 5 Boof; - 6 Fliche; - 7 Brossier; - 8 Debargue; - 9 Massebœuf; - 10 Lesur (Léon); - 11 Ossart; - 12 Marx; - 13 Arrault et Gentil *(ex æquo)*; - 15 Costaz; - 16 Aghion; - 17 Lanco; - 18 David; - 19 Aubert; - 20 Roy.

21 Patronier; - 22 Rault; - 23 Poinsot; - 24 Borrel et Descamps *(ex æquo)*; - 26 Hulot; - 27 Kaan; - 28 Brivezac.

ÉLÈVE N'AYANT PAS ENCORE CONCOURU.

Certificat.

Blanchenay.

ANCIENS ÉLÈVES DÉJA PORTEURS DU CERTIFICAT DE CAPACITÉ.

Diplômes.

1 Gélinier; - 2 Fabritius; - 3 Verani; - 4 Soliman; - 5 Hachette; - 6 Moreau (Jean); - 7 Desservy; - 8 du Marais; - 9 Mazurier; - 10 Noblecourt; - 11 Halberstadt; - 12 Leau; - 13 Levain; - 14 d'Ambrières; - 15 Perdreau

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 3 juillet 1903.

Présidence de M. P. Bodin, Président.

I. — M. A. de Gennes donne une courte description d'un *Broyeur à vilebrequins, du système Clero.*

Ce broyeur est basé sur la force centrifuge. Six vilebrequins, en acier non trempé, sont maintenus entre deux flasques qui les entraînent et qui tournent à 800, 1 000 ou 1 200 tours par minute. Ils s'étendent vers l'extérieur et viennent frapper, avec une grande vitesse tangentielle, les matières dures qu'on fait tomber dans le gueulard.

Deux tôles, percées de petits trous (10 à 4 millimètres), sont à la partie inférieure et tamisent le produit, relevé ensuite par une chaîne à godets.

L'appareil broie environ 2 tonnes de minerai dur par heure; 3 ou 4 tonnes de plâtre, charbon ou sable de fonderie: un modèle plus gros broie jusqu'à 32 tonnes de plâtre à l'heure.

II. — M. Salguès, parlant de l'*Électrométallurgie du zinc*, constate qu'on opère encore aujourd'hui par distillation en tubes ou cornues réfractaires; on a souvent cherché à perfectionner cette méthode, mais on ne paraît pas y avoir réussi.

M. Salguès a repris ces recherches par l'électrothermie, et son procédé fonctionne industriellement dans l'usine à carbure de calcium de Crampagna (Ariège).

Dans un four électrique clos, les minerais oxydés et sulfurés de zinc, additionnés de fondants appropriés, sont fondus et mis en réaction, soit entre eux, soit avec des matières complémentaires, carbone, fer, etc. Il en résulte la formation d'une scorie pratiquement dépouillée de zinc, qui est coulée et rejetée, et la mise en liberté pour ainsi dire intégrale du métal, qui coule ou se volatilise suivant les conditions du travail; s'il coule, il est recueilli sous les scories; s'il se volatilise, ses vapeurs sont recueillies à l'état métallique dans un condenseur ou brûlées à leur sortie et recueillies sous forme de blanc de zinc.

On ne laisse guère que 1 °/₀ de zinc dans les scories; on peut ainsi traiter des minerais actuellement sans valeur, avec des rendements dépassant 90 °/₀.

On peut traiter directement la blende, qu'il n'est plus nécessaire de griller. Lorsque les minerais sont plombeux et argentifères, ces métaux passent avec le zinc, avec un rendement aussi élevé.

Avec des minerais froids, à 40 °/₀ de zinc, dans des fours de 100 kilowatts, la production est de près de 5 kilogr. par kilowatt et par jour; mais on pense, avec des fours adaptés spécialement à ce service, obtenir 2 tonnes de zinc par kilowatt et par an. On a pu traiter même des minerais pauvres à 22 °/₀ de zinc, et contenant de 35 à 40 °/₀ de silice.

Avec des minerais chauffés au préalable, la production serait probablement doublée.

M. Salguès décrit en détail les diverses phases et variantes du procédé, et montre des vues d'ateliers en pleine opération, tant de zinc métallique que de blanc de zinc. Il ajoute qu'il espère arriver à obtenir directement le zinc, sans passer par la distillation.

III. — M. L. Guillet présente une communication sur la *Métallographie microscopique et son utilisation comme méthode d'essai.*

Après avoir rappelé les recherches de M. Osmond, M. Guillet résume la question de la constitution des alliages et passe en revue les cas où des métaux ne peuvent s'allier, où ils donnent naissance à des combinaisons, à des mélanges isomorphes, où ils peuvent se présenter sous diverses formes allotropiques.

Il envisage les méthodes permettant les recherches sur la constitution des alliages et se trouve ainsi conduit à la métallographie microscopique.

Une observation micrographique nécessite les opérations suivantes: le polissage, l'attaque, l'examen microscopique et souvent la photographie.

M. Guillet résume ces manipulations et les appareils exigés; puis il rappelle les différents constituants des aciers au carbone, dont l'étude a été publiée dans le *Génie Civil* (1).

Les aciers spéciaux (au nickel, au manganèse, au chrome, au tungstène) ont été, de la part de M. Guillet, l'objet de recherches et de classifications nouvelles.

Les aciers au nickel (1) et au manganèse présentent trois groupes principaux, suivant leur teneur en nickel ou en manganèse, et chaque groupe présente des propriétés caractéristiques.

Il en est de même pour les aciers au chrome; mais ici la 3e classe présente un constituant spécial, formé de rognons blancs très brillants, carbure de fer et de chrome, qui rend ces aciers extrêmement fragiles.

Les aciers au tungstène sont sensiblement analogues aux aciers au carbone; mais si la teneur en tungstène dépasse une certaine limite, un carbure de fer et de tungstène prend naissance et leur donne une assez forte fragilité.

M. Guillet attire l'attention sur la coïncidence absolue de la micrographie et des résultats obtenus dans les essais mécaniques. Pour mieux démontrer ce fait, il étudie les perturbations intermoléculaires survenues dans certains aciers par des traitements calorifiques (trempe, recuit, refroidissement), chimiques (cémentation, décarburation), mécaniques (laminage, écrouissage et tréfilage), et projette de nombreuses vues micrographiques et courbes d'essais qui font bien voir la concordance.

A. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 23, p. 369, et n° 24, p. 386.

Académie des Sciences.

Seance du 6 juillet 1903.

Chimie industrielle. — *Sur la teneur des vins mistelles et des autres vins, en acides solubles dans l'éther, comme moyen de différenciation.* Note de M. Ch. Blarez.

La question de la différenciation des mistelles ou moûts de raisins non fermentés, et additionnés d'alcool, d'avec les vins liqueurs proprement dits, n'est pas encore *pratiquement* résolue.

MM. A. Gautier et G. Halphen viennent de proposer d'appliquer dans ce but les résultats d'expériences qu'ils ont faites, relativement aux variations des composés azotés, aux variations de l'acidité volatile et totale, à la nature des sucres et aux variations dans la teneur en glycérine, variations qui sont corrélatives de la fermentation des jus sucrés (2).

M. Blarez appelle l'attention des chimistes sur les déductions que l'on peut tirer de la détermination, au cours de l'analyse des liquides dont il s'agit, des acides solubles dans l'éther. Ces acides sont l'acide malique, qui se trouve en très petite quantité dans les raisins, généralement très mûrs, avec lesquels on fait les mistelles, et l'acide succinique qui se forme pendant la fermentation alcoolique du moût. Donc, un moût de raisins étant donné, qu'il soit alcoolisé par addition d'alcool, ou qu'il ne le soit pas, si l'on dose les acides solubles dans l'éther qu'il renferme, on n'a guère que l'acide malique. Si ce moût a subi une fermentation plus ou moins avancée, on a, en plus de l'acide malique préexistant, de l'acide succinique engendré pendant la fermentation, plus quelques autres acides partiellement solubles dans l'éther.

Comme on le voit, dans les résultats d'expériences que reproduit M. Blarez, les différences sont très importantes, les mistelles ne renfermant qu'environ le tiers de la quantité d'acides solubles dans l'éther, que l'auteur a dosés dans les autres vins.

Chimie physique. — *Conséquences de la théorie des aciers au nickel.* Note de M. Ch.-Éd. Guillaume, présentée par M. Mascart (3).

La théorie des anomalies des aciers au nickel expliquée par la transformation du fer de l'état α à l'état γ ou inversement, plus ou moins modifiée dans son allure, abaissée dans l'échelle des températures, affectée ou non d'hystérèse thermique, conduit à quelques résultats intéressants :

1° L'allure anormale de la variation du module d'élasticité, observée aux températures ordinaires dans les alliages irréversibles ou réversibles, conduit à admettre qu'il se produit, dans l'une des transformations du fer pur, un renversement dans le sens du changement du module. Or, des deux transformations du fer, une seule, le passage β à γ, s'effectue avec une variation importante du volume, et, si l'on admet que les réactions élastiques à l'intérieur d'un solide sont une fonction des distances moléculaires, on sera tout naturellement amené à prévoir une variation positive importante du module dans le passage, à température ascendante, du fer β au fer γ. Certaines expériences de M. Howe, restées inexpliquées, trouvent dans cette indication leur cause naturelle;

2° La réalité de la transformation du fer permet de préciser l'explication que M. Guillaume a donnée des résultats trouvés par MM. Nagaoka et Honda dans l'étude des variations de volume des aciers au nickel sous l'action du champ magnétique. Ces variations sont jusqu'à cinquante fois plus grandes dans ces aciers que dans le fer, et le maximum d'action du champ se produit sur les alliages d'une teneur telle que, à la température de l'expérience, ils se trouvent dans la première période de leur transformation à température descendante;

3° On peut se demander si d'autres alliages que les aciers-nickels possèdent des propriétés analogues.

Toutes les anomalies observées étant liées aux transformations du fer, on ne devra s'attendre à en rencontrer de semblables que dans les alliages contenant une forte proportion de ce métal. On a bien, en effet, constaté des changements de même nature, toujours irréversibles, dans les alliages du fer avec le manganèse, mais les propriétés réversibles anormales, telles que la faible dilatabilité, n'ont pas été observées jusqu'ici ailleurs que dans les aciers-nickels. Or, on sait, par les belles études de M. Ch. Maurain sur les propriétés magnétiques des couches de passages, que le fer à l'état très disséminé n'est pas sensiblement magnétique, à moins de se trouver sur un support constitué par un métal magnétique. Il en résulte que le fer très dilué dans le nickel sera magnétique ou non-magnétique en même temps que son support, c'est-à-dire qu'il prendra la température de transformation du nickel.

Ainsi se trouvent levées les difficultés signalées par M. Osmond, dans l'application de la théorie de M. L. Dumas, fondée sur l'idée, appuyée de belles expériences, que les propriétés essentielles des aciers-nickels à haute teneur en nickel sont dues aux transformations de ce métal. Puisque la transformation du nickel entraîne celle du fer, leurs rôles sont bien délimités : celle du nickel est essentielle dans la production des phénomènes observés, mais la transformation du fer engendre seule les anomalies de dilatation et d'élasticité, ainsi que la presque totalité du dégagement de chaleur.

Si cette théorie est exacte, les anomalies réversibles sont le résultat nécessaire de la dissémination du fer dans un dissolvant constitué par un métal magnétique à température de transformation plus basse que celle du fer. Le nickel étant seul dans ce cas, les aciers au nickel sont seuls susceptibles de posséder les propriétés exceptionnelles qu'ils ont montrées à l'expérience.

Géographie physique. — *Sur les variations de la Meuse à l'époque quaternaire.* Note de M. Paul Bois, présentée par M. de Lapparent.

M. Bois retrace l'état du bassin de la Meuse à l'époque paléolithique et ses limites naturelles; puis les modifications survenues par suite du régime des eaux et du creusement des vallées.

Les passages naturels ainsi créés sont ceux qui depuis ont servi aux routes, canaux et voies ferrées.

Hydrodynamique. — *Sur un mode simple d'écoulement des nappes d'eau d'infiltration à lit horizontal, avec rebord vertical tout autour, lorsqu'une partie de ce rebord est enlevée depuis la surface jusqu'au fond.* Note de M. J. Boussinesq.

Dans cette Note, M. Boussinesq poursuit (4) l'étude mathématique des mouvements des nappes d'eau souterraines.

Mécanique appliquée. — *Expériences sur la résistance de l'air.* Mémoire de M. G. Eiffel, présenté par M. Mascart.

Les expériences de détermination de la résistance qu'oppose l'air à une surface en mouvement donnent des résultats très discordants, surtout quand on considère un solide concave ou convexe, dont les parois se protègent plus ou moins mutuellement.

Il faut cependant connaître cette pression, soit pour utiliser le vent, soit pour prévoir l'effort qu'il exerce sur les grandes constructions.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 1, p. 8; n° 2, p. 23; n° 3, p. 40, et n° 9, p. 134.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 8, p. 126. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 11, p. 174. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 10, p. 158. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

Digitized by Google

Il paraît bien démontré que, pour une action normale, la pression, au moins pour une vitesse inférieure à 50 mètres par seconde, est de la forme $P = KSV^2$. La valeur usuelle $K = 0^{kg}125$ donne des résultats très exagérés. Le mouvement rectiligne de la plaque, isolée autant que possible dans l'espace, est d'une étude plus sûre que le mouvement des trains ou des anémomètres. MM. Cailletet et Colardeau ont ainsi observé la chute d'un corps léger tombant du deuxième étage de la Tour Eiffel et relié à un tambour supérieur où se fait l'enregistrement.

L'appareil employé par M. Eiffel est relativement très lourd, 120 kilogr. environ. Il tombe en chute libre, à peu près comme dans le vide, guidé seulement par un câble vertical, et porte les organes d'enregistrement, savoir : un galet roulant sur le câble et entraînant un tambour enregistreur ; un diapason qui inscrit le temps ; la plaque d'essai portée par des ressorts tarés et reliés à une plume qui inscrit la pression sur le tambour.

On élimine ainsi l'influence des frottements et de toutes les causes qui retardent la chute, puisque la vitesse réelle est donnée par l'enregistreur. Avec une chute de 90 mètres, la vitesse atteignait 40 mètres par seconde et la pression 13 kilogr. environ.

Il résulte des expériences exécutées à la Tour Eiffel, en janvier dernier, avec des plaques minces de diverses formes, les conséquences suivantes :

1° Le coefficient K croît avec la surface, au moins dans la limite des observations. Ce point était jusqu'ici très discuté ;

2° A surface égale, le coefficient augmente avec le périmètre p. On peut écrire : $K = 0{,}032 \times 0{,}022\ p$.

Pour une plaque carrée de $0^{m2}10$ de surface, il en ressort une valeur de $K = 0{,}06$ seulement.

Physique du globe. — *Étude de la circulation marine.* Note de M. J. Thoulet.

M Thoulet a cherché à caractériser les eaux de mer par l'étude de certaines données permettant de reconnaître si deux échantillons pris à faible distance l'un de l'autre font partie d'un même courant sous-marin.

Ces caractéristiques sont : la densité, à 0 degré de l'échantillon ; l'halogénie (ou poids total des halogènes, contenus dans 1 kilogr. de l'échantillon), dosée par titration au nitrate d'argent, et, dans la même quantité d'eau, le poids d'acide sulfurique, dosé par précipitation à l'aide du chlorure de baryum. En outre, une précieuse caractéristique *dynamique* est la *densité in situ* (c'est-à-dire ramenée à la température que possédait alors l'échantillon et corrigée de l'effort de compression exercé par les eaux susjacentes.

On recueille le plus possible d'échantillons sur une même verticale, à l'aide de bouteilles Richard, et on trace les courbes des caractéristiques. Chaque irrégularité insolite des courbes est l'indice probable d'un courant, dont la profondeur est ainsi notée. On peut, pour les profondeurs de la mer, tracer ainsi des plans sur lesquels on reporte le réseau des courbes d'égale *densité in situ* correspondant à la couche considérée, et l'examen comparatif de ces abaques renseignera sur l'ensemble des mouvements de la masse d'eau contenue dans la région étudiée.

D'après M. Thoulet, la vue de ces graphiques, en montrant qu'à une même densité normale correspondent plusieurs valeurs de l'une quelconque des caractéristiques, permet d'établir trois conclusions :

1° L'eau de mer ne saurait être considérée comme de l'eau distillée contenant en solution une quantité plus ou moins considérable d'un même mélange de sels ;

2° La densité normale à zéro, l'halogénie et la teneur en acide sulfurique sont bien réellement des caractéristiques statiques des eaux de mer, dont elles laissent reconnaître la personnalité et qu'elles permettent, par conséquent, de suivre de proche en proche, à quelque profondeur que ce soit, dans la masse même des eaux océaniques ;

3° Les tables de ces diverses variables, calculées d'après des moyennes ou autrement, et ne donnant qu'une valeur unique de chaque variable en fonction de l'une quelconque d'entre elles ne sont pas conformes à la réalité.

Topographie et aérostation. — *Sur un moyen rapide d'obtenir le plan d'un terrain en pays de plaines, d'après une vue photographique prise en ballon.* Note de M. Laussedat.

On emploie déjà des photographies de paysages prises d'un ballon, ou même d'un cerf-volant, pour opérer la reconnaissance du terrain à distance ; mais, pour reconstituer le plan d'après ces vues aériennes, il faut exécuter des constructions graphiques longues et laborieuses.

Dans les pays peu accidentés, en dirigeant verticalement l'axe optique de l'appareil, on obtient immédiatement le plan du terrain photographié.

Mais presque toujours on a affaire à des vues prises sous un certain angle avec l'horizon. On peut alors employer la photographie sans objectif, qui supprime toute déformation anormale dans les reproductions qu'on fait à l'aide de ce procédé.

L'épreuve prise obliquement est placée dans le châssis d'une chambre photographique sans objectif, mais munie d'un *sténopé*, et dont l'inclinaison est réglable à volonté par rapport à une boîte étanche où se trouve la pellicule sensible. L'inclinaison de l'axe optique de la chambre par rapport au plan de la pellicule étant rendue égale à celle qu'avait l'appareil photographique, au moment de la prise du cliché, par rapport à l'horizon, il se forme sur la pellicule une image de l'épreuve inversement déformée de celle-ci par rapport au terrain et reproduisant le paysage tel qu'il serait venu sur le cliché, si celui-ci avait été pris verticalement.

M. Laussedat montre comment cette condition se trouve géométriquement réalisée, et comment fonctionne l'appareil dans les conditions de la pratique.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CONSTRUCTION DES MACHINES

Progrès dans la construction des turbines hydrauliques. — M. Schmitthenner examine successivement, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, des 13 et 20 juin, les conditions de fonctionnement des turbines hydrauliques actuelles. La première partie de son étude est consacrée à l'influence des vitesses de rotation, suivant la puissance à utiliser, dans les turbines du type Francis, et aux rendements qu'on en obtient. Ces turbines sont de deux catégories bien distinctes, à grande vitesse ou à faible vitesse. M. Schmitthenner dresse, pour elles et pour quelques autres modèles américains, les courbes de leurs puissances en fonction des vitesses, pour 1 mètre de chute. Les nombres de tours par minute n_1 sont portés en abscisses, les puissances N_1 en ordonnées ; les courbes ont l'allure d'une branche d'hyperbole.

On en déduit, pour une hauteur de chute H, les valeurs normales de la vitesse n et de la puissance N que doit donner la turbine :

$$n = n_1 . H^{\frac{1}{2}},$$

$$N = N_1 . H^{\frac{3}{2}}.$$

Les installations électriques exigent de plus en plus des turbines horizontales à grande vitesse, pour l'accouplement direct avec les dynamos. Les modèles américains sont construits dans ce sens, et l'auteur cite les turbines Samson ou les New American Turbines, en ajoutant que beaucoup de détails de leur construction lui semblent fort à critiquer.

Le second paragraphe traite de la construction actuelle des turbines et des installations les plus remarquables.

M. Schmitthenner examine enfin les progrès des régulateurs automatiques, qui sont toujours à servomoteur. On peut classer ces appareils par le temps qu'ils mettent à obturer complètement l'admission, à partir de la pleine ouverture.

Les régulateurs mécaniques ne peuvent guère mettre moins de 15 à 25 secondes ; les régulateurs hydrauliques paraissent préférables, d'après les diagrammes reproduits ; l'auteur décrit cependant un nouveau type de régulateur mécanique qui lui est dû et qui opérerait la fermeture en 3 secondes.

ÉLECTRICITÉ

Les accumulateurs et leurs emplois actuels. — Les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 15 juin, contiennent la communication faite au « Verein Deutscher Ingenieure » par M. Büttner sur les emplois des accumulateurs.

L'auteur rappelle brièvement les avantages de ces appareils, et passe en revue leurs applications à la traction, à l'éclairage, et aux installations électriques utilisant des courants faibles (télégraphie, téléphonie).

Les accumulateurs sont employés dans la traction soit comme batterie-tampon, soit comme source immédiate de courant. Le premier de ces emplois est le plus développé actuellement, surtout en Allemagne ; leur utilité est évidende pour l'uniformisation du débit des dynamos ; c'est ainsi qu'aux tramways de Remscheid, l'après-midi du dimanche, le débit variait de 0 à 450 ampères avec un débit moyen de 135 ampères, et que, depuis la mise en service de la batterie-tampon, le débit ne varie plus qu'entre 125 et 140 ampères. Ces batteries sont calculées pour pouvoir suffire seules à la demande ordinaire de courant pendant une heure au moins.

M. Büttner examine ensuite les applications d'accumulateurs à la traction, avec les détails de leur construction (plaques positives en forme de grille avec masse active rapportée, etc). On a employé, soit des batteries assez puissantes pour travailler toute la journée sans recharge, soit des batteries rechargées sur la voiture après chaque voyage, soit encore des batteries facilement amovibles, et remplacées sur la voiture plusieurs fois par jour. Il signale les inconvénients de chacun de ces procédés et donne le tableau des prix d'entretien et du service effectué par diverses batteries dans plusieurs grands réseaux de tramways, ainsi que les caractéristiques de plusieurs voitures et locomotives ainsi équipées. Il cite également quelques exemples de voitures automobiles, et yachts à propulsion électrique, avec les types de batteries usités pour ce genre d'applications.

L'auteur rappelle, en terminant, les essais multipliés depuis longtemps pour remplacer le plomb par d'autres métaux, l'accumulateur au zinc et au cuivre, de la manufacture de Hagen, et, plus récemment, le type étudié par Edison, et dont les qualités ne sont pas encore complètement vérifiées, au moins en Europe. Dans tous les cas, en raison de son prix élevé, il ne serait avantageux, d'après Edison lui-même, que pour la traction automobile.

Mesures électriques par le téléphone différentiel. — M. H. Ho décrit, dans l'*Electrical World* du 23 mai, un téléphone différentiel dont il se sert pour diverses mesures électriques à l'aide du courant alternatif. Le téléphone est du type bipolaire, et chaque bobine porte deux enroulements ayant même résistance, même inductance et même effet magnétisant. La résistance d'un enroulement est de 140 ohms.

L'auteur indique ensuite les méthodes qu'il emploie pour comparer avec cet appareil, les capacités, les inductances et les résistances.

HYDRAULIQUE

L'amplitude du remous dans les canaux découverts. — M. Danckwerts étudie dans la *Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen*, de juin, les formules qui représentent le mouvement de l'eau dans les tuyaux, soit en faisant abstraction du frottement, soit en tenant compte de cet élément ; puis, le mouvement uniforme et non uniforme de l'eau dans les tuyaux fermés et dans les canaux ouverts, dont les sections transversales sont rectangulaires (formules de Rühlmann, de Bazin, de Kutter), paraboliques (formules de Tolkmitt), semi-circulaires ou demi-carrées, et l'amplitude du remous dans ces différents cas.

Il cherche à comparer les résultats donnés par Rühlmann, Tolkmitt, Walter, et reproduit sur un même abaque les réseaux de courbes déduits des tableaux donnés par les deux premiers auteurs ; leur allure est concordante sans que la superposition se fasse exactement.

MÉCANIQUE

Calcul des volants pour machines à accouplement direct. — Dans l'*American Machinist*, du 9 mai, M. A. M. Levin publie une méthode simplifiée pour la détermination, sans l'aide d'une épure, des volants de machines à vapeur destinées à la commande directe d'alternateurs. On sait que la condition à remplir est que le déplacement, c'est-à-dire la différence entre la position effective et la position théorique, à un moment quelconque, n'excède pas une fraction déterminée de l'entre-pôles.

M. Levin fait les hypothèses suivantes :

1° Que la courbe des vitesses est parabolique ;

2° Que l'intervalle de temps pendant lequel le déplacement passe d'un maximum à un minimum correspond à un tiers de tour :

Digitized by Google

3° Que le déplacement est, dans un sens, les trois cinquièmes du déplacement total, et les deux cinquièmes dans l'autre.

Dans ces conditions, l'auteur arrive à la formule suivante :

$$WR^2 = \frac{1\,150\,000\,000\ \Phi\ Pp}{N^2E},$$

où W est le poids en livres anglaises, et R le rayon, en pieds, des masses tournantes;

Φ le coefficient de fluctuation maximum de l'énergie (0,12 à 0,16 pour les machines monocylindriques ou tandem, 0,05 à 0,14 pour les machines cross-compound);

P la puissance en chevaux;

p le nombre de pôles;

N le nombre de tours par minute;

et E la fluctuation admise, en degrés de la période.

Travail absorbé par les mèches de forets. — Pour recueillir de nouvelles données relatives au travail absorbé par le perçage des tôles; les usines Yarrow ont exécuté des essais avec les mèches héliçoïdales en acier à outils spécial (Speedent Steel), sur des tôles à chaudières; la machine à forer était commandée par un moteur de 20 chevaux, sous la tension de 210 volts. Les dépenses de courant ont été mesurées par une machine à 6 mèches en hélice, avec les mèches en acier ordinaire et les mèches en *acier à perçage rapide*, au début de l'emploi et au bout de trente passes. L'augmentation de courant dans ce dernier cas était de 37 °/₀ avec l'acier ordinaire et 8 ½ °/₀ seulement avec l'acier rapide. La vitesse d'environ 100 tours par minute était la plus avantageuse pour percer, avec ce *Speedent Steel*, des trous de 45 millimètres de diamètre.

La Bickford Drill and Tool C°, de Cincinnati, a également recueilli des données utiles sur le travail dépensé pour le forage de la fonte. Le *Dinglers Polytechnisches*, du 30 mai, les reproduit sous forme de tableaux qui font ressortir la supériorité du rendement des petits forets.

MÉTALLURGIE

Explosions produites à la suite d'obstructions dans les hauts fourneaux. — A propos d'une violente explosion survenue à Hattingen, par suite de l'obstruction d'un haut fourneau, M. Schilling a rappelé, devant l'assemblée de l'Union des métallurgistes allemands, plusieurs accidents récents de même nature, survenus notamment, à Rodingen, à Oberhausen et à Seraing. Dans cette communication l'auteur discute l'explication proposée par M. Osann et il émet l'opinion que la dissociation de l'oxyde de carbone en carbone naissant et acide carbonique est la conséquence et non la cause de l'arrêt du fourneau; au moment du dégagement des matières en fusion, qui descendent brusquement dans une zone plus chaude, l'oxyde de carbone se reforme, et, comme un volume d'acide carbonique donne naissance à deux volumes d'oxyde de carbone, il peut en résulter des explosions très violentes.

M. Schilling décrit les circonstances dans lesquelles il a vu se produire ces phénomènes. Les obstructions dans la région du gueulard sont surtout dangereuses quand la marche du fourneau continue à être normale dans la partie inférieure, car les espaces vides qui se forment, et où la température est très élevée, sont le siège d'explosions, aussitôt que la charge vient s'y précipiter. Il signale qu'on peut avantageusement, dans certains cas, forcer les matières à descendre au moyen d'une petite quantité de dynamite placée à l'endroit de l'engorgement.

Cette communication de M. Schilling, suivie des observations de MM. Osann et Oppermann, se trouve reproduite dans le *Stahl und Eisen*, du 15 mai.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Épurateur d'eau d'alimentation de locomotives. — M. G. Davidson décrit dans l'*Engineering News*, du 2 avril, la méthode employée pour l'épuration des eaux d'alimentation des locomotives de la Compagnie des Chemins de fer Chicago et Northwestern.

Après avoir indiqué la nature des eaux employées aux différents points du réseau et brièvement exposé la question des incrustations et des désincrustants en général, l'auteur décrit l'épurateur construit et employé par la Chicago et Northwestern C°. C'est un appareil à chaux et à soude

L'eau à épurer tombe dans un auget double, basculant et déversant l'eau reçue alternativement dans deux réservoirs. Le basculement produit par des mécanismes spéciaux : 1° le pompage d'une petite quantité de la dissolution des épurants préalablement dosée et qui se déverse avec l'eau à épurer dans l'auget double; 2° l'agitation de la dissolution des épurants.

L'eau chargée de précipité est amenée en bas des deux réservoirs de décantation et vient agiter les dépôts antérieurs de précipité, ce qui facilite l'agglomération du nouveau précipité. Cette agitation est complétée, quand le bassin est plein, par une pompe qui aspire pendant quelques minutes le mélange aqueux à la partie supérieure des réservoirs et le refoule à la partie inférieure par des tuyaux percés de trous. Après décantation, on pompe l'eau claire dans un autre réservoir.

Tous les appareils installés par la Compagnie sont d'une seule grandeur; les décanteurs ont 9 mètres de diamètre et 5 mètres de hauteur; ils peuvent épurer, au maximum, 540 mètres cubes par vingt-quatre heures.

Après avoir décrit en détail l'appareil et son fonctionnement, l'auteur signale les installations effectuées ou projetées, quelques-unes de leurs conditions d'application et les résultats obtenus. Il termine en exposant les observations présentées par les membres du Western Railway Club, à Chicago, après lecture d'un mémoire décrivant cet appareil; notamment sur les résultats de l'emploi de cet épurateur au point de vue de l'économie d'exploitation.

TRAVAUX PUBLICS

Télémètre stéréoscopique Karl Zeiss. — Les sondages faits par la Commission de régularisation du Danube inférieur, au moyen de la méthode tachéométrique et du chronographe de sondage (1), ont été rendus plus rapides encore par l'emploi du *télémètre stéréoscopique* de la maison Karl Zeiss.

Voici le principe de cet appareil : quand un observateur examine un point de l'espace à travers une jumelle, les rayons visuels qui réunissent ce point à chacun de ses yeux forment un certain angle; si les points de repère, à écartement variable, d'un réticule placé dans l'instrument, sont amenés à coïncider avec ces rayons visuels, il y aura proportionnalité entre : la distance inconnue de l'objet à l'observateur, et la distance fixe et bien déterminée du réticule à l'oculaire, d'une part; entre l'écartement des centres des oculaires et l'écartement des repères du réticule, d'autre part. On peut donc graduer l'échelle micrométrique de réglage du réticule en fonction de la distance de l'objet visé à l'observateur. Dans la pratique, le télémètre est pourvu de prismes à réflexion qui augmentent considérablement le champ embrassé. L'écartement des oculaires peut être réglé exactement à la mesure du visage de l'observateur. L'échelle des distances, établie dans l'instrument par le constructeur, se superpose au paysage visé, et une simple lecture indique la distance de chaque objet. Suivant leur type, ces appareils permettent de faire des visées jusqu'à 10 kilomètres.

Dans l'application citée plus haut, et que rappelle M. Grünhut dans l'*Oesterreichische Wochenschrift*, du 4 juillet, il suffisait de viser le canot, à l'instant où l'on procédait à chaque sondage; sa position se trouvait immédiatement déterminée, et pouvait être reportée sur le plan.

Travaux de défense contre les eaux du Danube, sur les chemins de fer du nord-ouest de l'Autriche. — A la suite des graves dégâts produits, en août 1897 sur la ligne de Bisamberg-Stockerau par la crue du Danube, on décida : d'exhausser et de consolider la levée du chemin de fer; de régulariser et d'endiguer le lit du fleuve; de construire des barrages sur les petits affluents pour arrêter le flot en cas de grande crue et d'autres travaux de ce genre destinés à la protection de certains villages. Ces travaux ne furent exécutés qu'en 1901, après accord entre les nombreux services techniques et financiers intéressés.

M. Walter, Ingénieur en chef de la Compagnie des chemins de fer du nord-ouest de l'Autriche, expose, dans la *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur-Vereines*, du 19 juin, le détail de ces travaux.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 8, p. 128.

Ouvrages récemment parus.

Drainage et assainissement agricole des terres, par L. Faure, Inspecteur des Améliorations agricoles. — Un volume in-8° de 280 pages, avec 120 figures dans le texte et 4 planches hors texte. — Ch. Bérenger, éditeur, Paris, 1903. — Prix : relié, 12 fr. 50.

La théorie et la pratique du drainage ont fait, en ces derniers temps, de sérieux progrès, surtout en Allemagne où de très importantes entreprises agricoles ont permis de développer, dans une grande mesure, les applications de l'art de l'Ingénieur à l'Agriculture. C'est après avoir étudié les améliorations du sol faites dans ce pays, que M. Faure a écrit l'ouvrage dont il s'agit et qui est basé sur les doctrines nouvelles que les études de nombreux spécialistes ont permis de substituer aux méthodes empiriques d'autrefois.

Après quelques considérations générales sur l'assainissement agricole et le drainage des terres, l'auteur de ce traité indique successivement les principes du desséchement et de l'assainissement des grandes surfaces, puis des surfaces de petite étendue : marche des opérations; détermination du volume d'eau à évacuer; divers ouvrages qu'on peut avoir à exécuter pour les grandes surfaces; assainissement par fossés ouverts ou par fossés couverts; méthode hollandaise, etc.

En ce qui concerne le drainage, il en rappelle d'abord les dispositions d'ensemble, puis il montre comment s'exerce l'action des drains et quelle est la forme de la nappe souterraine dans les terrains drainés.

Passant ensuite à l'étude complète d'un projet de drainage, il commence par l'étude du tracé, qui comprend la direction, la profondeur, l'écartement, la pente et les dimensions des drains, le calcul des émissaires et les ouvrages accessoires.

Viennent enfin d'utiles renseignements sur les divers travaux à exécuter pour l'émissaire, les tuyaux, les tranchées et les ouvrages accessoires; sur le coût du drainage et le bénéfice qui doit en résulter; sur la méthode à employer pour étudier un projet de drainage, etc.

L'ouvrage de M. Faure, tout en étant écrit plutôt pour les Ingénieurs agronomes que pour les agriculteurs eux-mêmes, sera certainement consulté avec fruit par tous ceux qui s'intéressent à la mise en valeur de terrains jusqu'ici délaissés ou qui se préoccupent d'accroître le rendement de ceux déjà exploités.

Elektrische Apparate für Starkstrom, par G. Erlacher. — Un volume in-8° de 230 pages, avec 131 figures dans le texte et 10 planches. — Jänecke, éditeur, Hanovre, 1903. — Prix : cartonné, 8 marks.

L'auteur passe successivement en revue : les commutateurs et les interrupteurs; les appareils de sécurité, fusibles et parafoudres; les disjoncteurs automatiques; les réducteurs, circulaires ou rectilignes, pour batteries d'accumulateurs; les rhéostats de toutes sortes, et les panneaux de tableaux électriques.

Il distingue, à propos de chaque catégorie d'appareils, ceux qui conviennent aux tensions hautes et basses, aux intensité fortes ou faibles. Le calcul des dimensions nécessaires à chaque pièce, notamment aux surfaces de contact des interrupteurs, aux diamètres des fils fusibles, à l'échauffement des résistances, etc., est traité avec beaucoup de détails, et appuyé de nombreux tableaux qui donnent les renseignements numériques nécessaires à l'établissement d'un projet d'appareillage électrique.

Traité élémentaire de physique, par Ganot-Maneuvrier, 22e édition, entièrement refondue. — Un volume in-16 de 1 032 pages, avec 882 figures et une planche en couleur. — Hachette et C°, éditeurs, Paris, 1903. — Prix : cartonné, 8 fr. 50.

La librairie Hachette vient de publier une nouvelle édition, entièrement refondue, conformément aux programmes officiels de l'enseignement secondaire, du *Traité élémentaire de physique* bien connu de Ganot, par M. Maneuvrier, directeur adjoint du Laboratoire des Recherches (physiques) à la Sorbonne.

Le Gérant : H. Avoiron.

Imprimerie Chaix, rue Bergère, 20, Paris.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 13. N° 1102. Samedi 25 Juillet 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Électricité** : Usine hydro-électrique de Cauvery Falls (Inde) *(planche XIII)*, p. 193; F. Drouin. — **Physique industrielle** : État actuel de la théorie de la surchauffe de la vapeur, p. 198; Hermann Bernard; — Doseur-mélangeur de gaz. Application à l'acétylène et l'air, p. 200; André Binet. — **Résistance des matériaux** : Résistance des meules d'émeri et de carborundum, p. 201. — **Variétés** : Résultats récents d'exploitation du canal de Kiel, p. 204; — Cuve pour la préparation électrolytique du chlore, p. 205; — Appareils pour la mesure des allongements dans l'essai des matériaux, p. 205.

Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (13 juillet 1903), p. 206.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 206; — Ouvrages récemment parus, p. 208.

Informations : Concours pour un système d'ascenseurs à bateaux sur le canal du Danube à l'Oder, p. 208; — Institut national Agronomique. Liste des candidats admis à l'Institut national Agronomique à la suite du concours de 1903, p. 208; — Varia, p. 208.

Planche XIII : Usine hydro-électrique de Cauvery Falls (Inde).

ÉLECTRICITÉ

USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE CAUVERY FALLS (INDE)

(Planche XIII.)

A Sivasamudram, à 100 kilom. environ au sud-ouest de Bangalore (Inde Méridionale), la rivière Cauvery se divise en deux bras, et s'engage dans des gorges pittoresques où elle forme les chutes de Gangan Chucki et Burr Chucki (fig. 2), dont la hauteur est d'environ 40 mètres : et sur une longueur d'à peu près 3 kilom., elle présente une pente suffisante pour permettre d'y créer une chute de 120 mètres.

Plusieurs projets d'utilisation des chutes de Cauvery avaient été faits, mais aucun n'avait abouti faute de débouchés, jusqu'à ce qu'en 1899 le capitaine de Lotbinière eût l'idée de faire une enquête sur le prix du charbon et du bois employés aux mines d'or de Kolar, qui en sont distantes de 160 kilom. Cette enquête montra tout l'intérêt que présentait l'emploi de l'électricité substituée à la vapeur, et le gouvernement de Mysore entreprit, en 1900, la création d'une usine hydro-électrique.

Installations hydrauliques. — Cette usine comprend actuellement six turbines de 1 250 chevaux ; sa construction a demandé environ vingt-deux mois, et nécessité le concours, à certains moments, de 5 000 ouvriers.

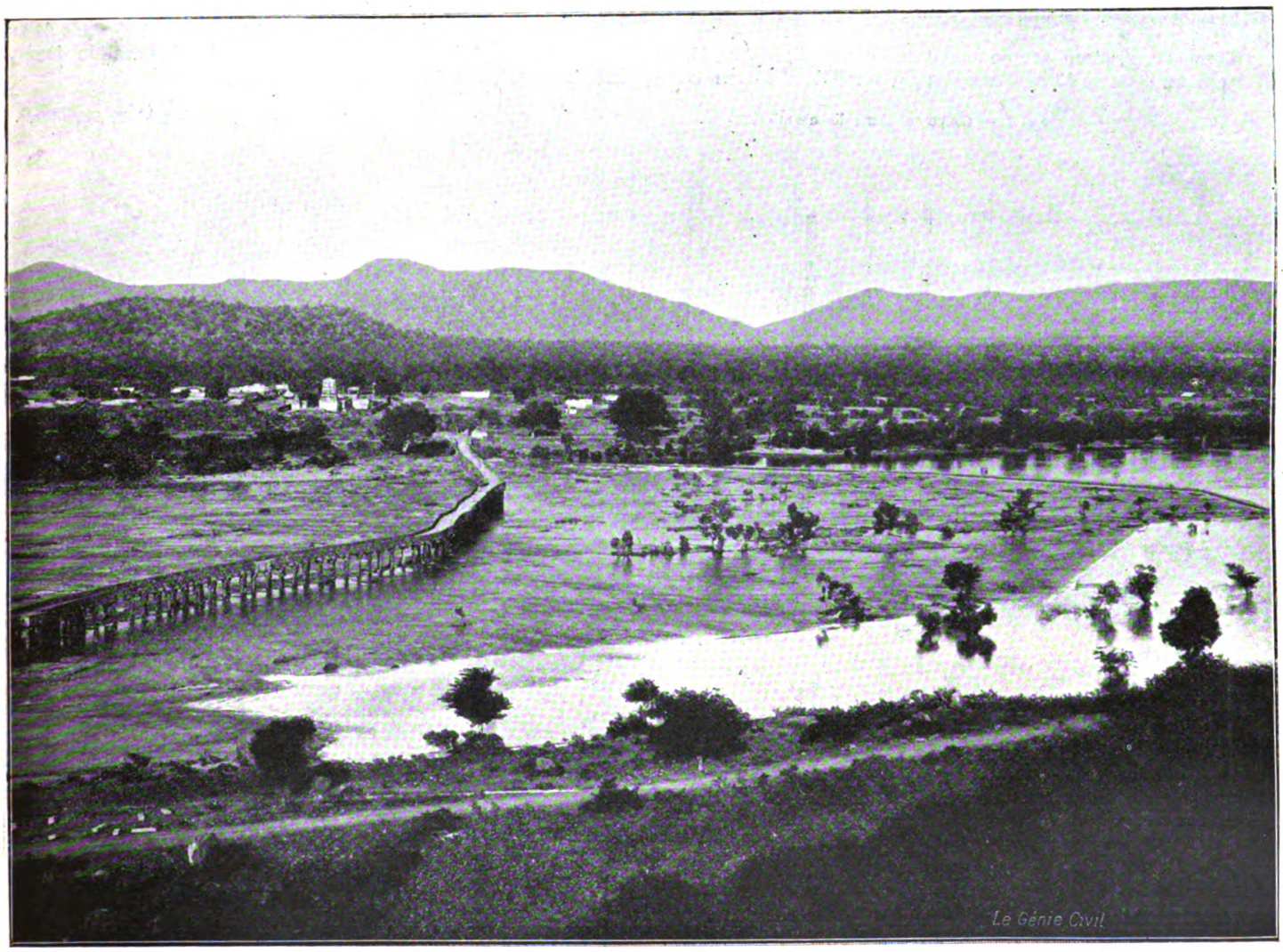


Fig. 1. — Usine hydro-électrique de Cauvery Falls : Barrage de prise d'eau.

Un barrage submersible et de peu de hauteur a été établi à l'origine des deux bras, et un ouvrage semblable un peu plus bas, sur le bras occidental, au voisinage de la prise d'eau (fig. 1 et 2). Celle-ci s'effectue par deux canaux parallèles, à ciel ouvert, prévus chacun pour un débit de 7 100 litres par seconde, le radier ayant une pente de 0^m 0002 par mètre. Chacun de ces canaux est pourvu d'un vannage

Digitized by Google

qui permet tous travaux de visite et de réparation pendant que l'autre canal est en service.

Ces canaux ont 5 600 mètres de longueur et aboutissent à un château d'eau (fig. 3 à 10), d'où partent actuellement trois conduites forcées, qui amènent l'eau aux turbines. Le château d'eau est toutefois prévu pour sept conduites semblables. Il comporte à cet effet sept chambres d'eau, pouvant être isolées chacune à l'aide d'une vanne de garde.

Chacune des chambres d'eau a $4^{m}27$ de largeur intérieure. Elle est

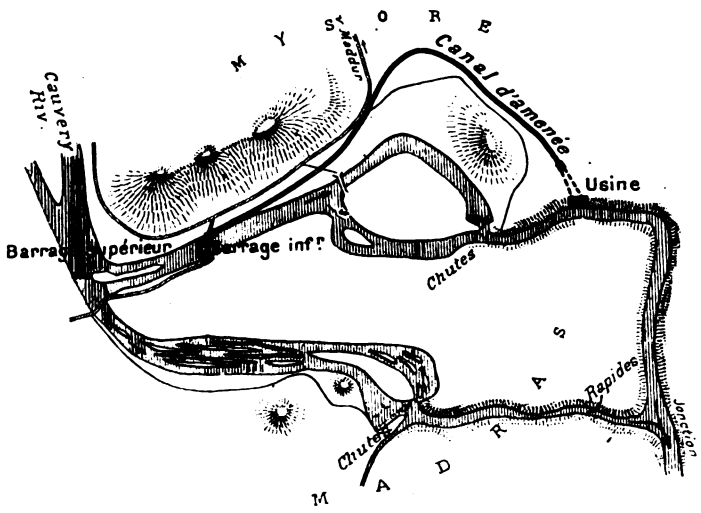


Fig. 2. — Plan de situation de l'usine et du canal d'amenée.

munie d'une grille de fer plat G, inclinée à 45 degrés, destinée à retenir les corps flottants ; les pierres et, en général, les corps lourds entraînés se rendent dans une dépression du radier au voisinage de la vanne de vidange.

Un déversoir, situé un peu en amont du château d'eau (fig. 4), est prévu pour un débit de 17 mètres cubes par seconde, et mis en communication avec le canal de fuite. Des vannes spéciales permettent également d'évacuer au canal de fuite les dépôts et les boues.

Les régulateurs des turbines, que nous décrirons plus loin, nécessitent une eau exempte de sable et de graviers. On a donc disposé sur le côté du déversoir une chambre de filtrage, la vitesse de l'eau se trouvant au préalable réduite de façon à permettre le dépôt des corps étrangers en suspension. Une conduite en fonte F (fig. 10), de 250 millimètres de diamètre, amène à l'usine cette eau filtrée.

Les conduites forcées, entre le château d'eau et l'usine, ont une longueur de 275 mètres. Chacune d'elles est divisée en quatre sections, réunies entre elles par des joints de dilatation indiqués en A sur la figure 3. Chacun de ces joints est solidement fixé, de façon à fournir un ancrage pour la section correspondante. Enfin, la partie inférieure

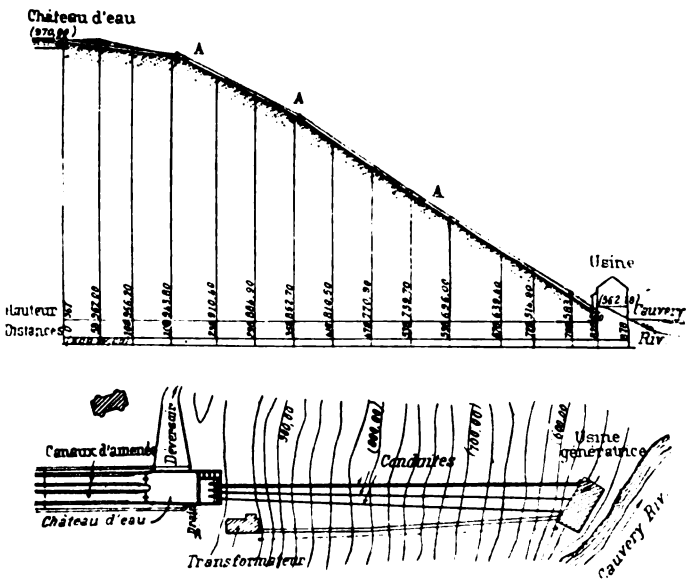


Fig. 3 et 4. — Profil en long et plan des conduites forcées.

de chaque conduite se termine par un coude en fonte retenu par une maçonnerie.

A l'extrémité supérieure de chaque conduite se trouve une soupape automatique (fig. 5), ayant pour effet d'obturer l'orifice de sortie lorsque la vitesse de l'eau prend une valeur anormale (en cas de rupture de la conduite, par exemple) ; un tube d'aspiration donne en même temps accès à l'air extérieur dans la conduite.

Fig. 5. — Coupe sur l'une des chambres d'eau.

Fig. 10. — Origine de la conduite d'eau filtrée.

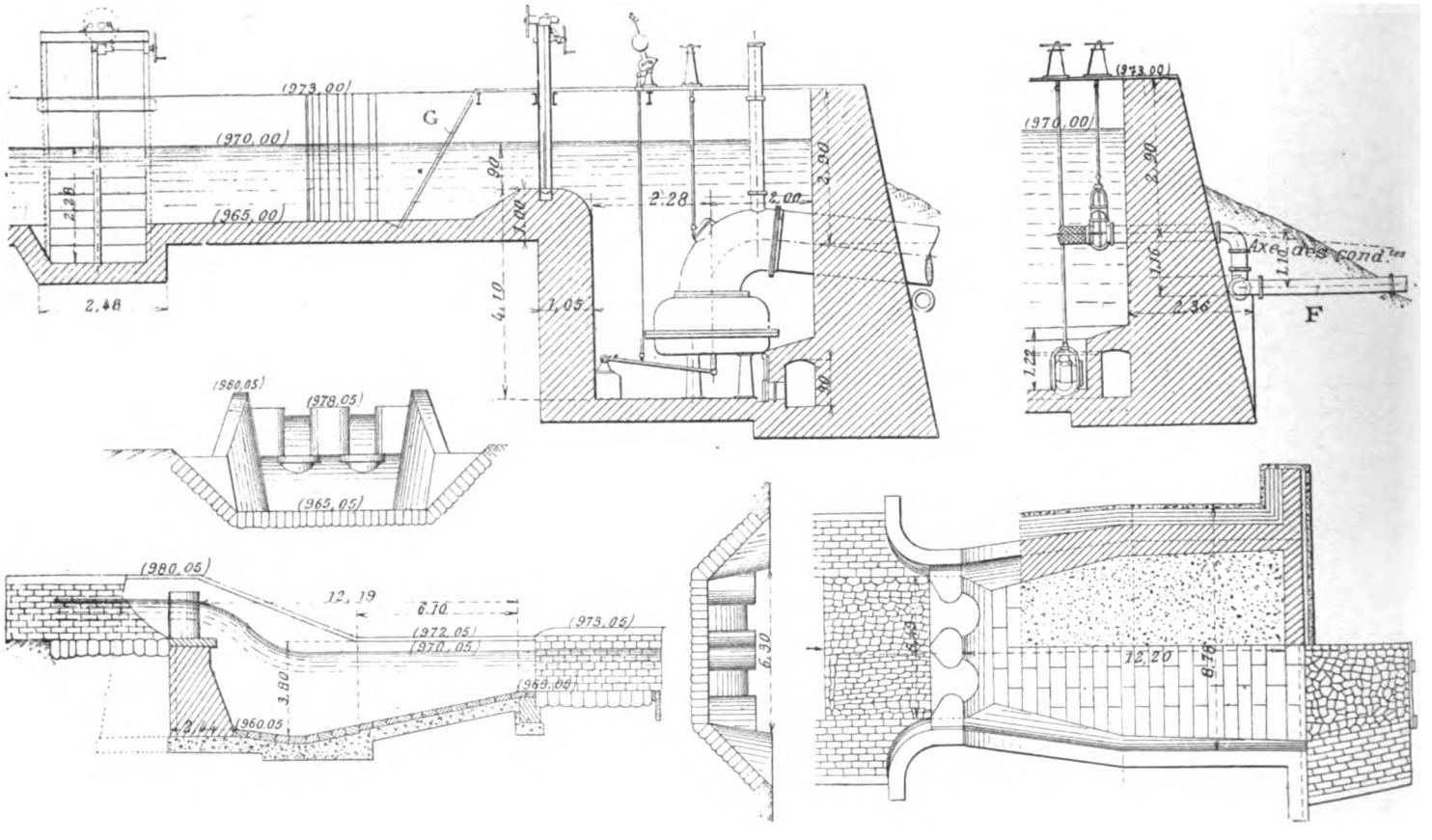


Fig. 5 à 10. — Détails du château d'eau et de l'origine des conduites forcées.

Les conduites, en acier rivé, ont été construites à Glasgow par la maison Mechan and Son ; afin d'en réduire les frais de transport, on a donné aux quatre sections des diamètres différents, permettant de les emboîter les unes dans les autres ; les diamètres intérieurs (à partir de la section voisine du château d'eau) sont de 1 140, 1 070, 990 et 915 millimètres ; elles ont été rivées sur place.

L'usine (fig. 1 et 2, pl. XIII) est construite parallèlement à la rive ; le sol se trouve à $4^{m}46$ au-dessus des plus hautes eaux. La longueur du bâtiment est de $40^{m}50$, sa largeur $12^{m}76$; il contient actuellement

Digitized by Google

six groupes générateurs et deux groupes excitateurs, le tout à accouplement direct (fig. 13). Chacune des trois conduites principales alimente deux turbines de 1 250 chevaux ; les deux turbines de 144 chevaux, qui actionnent les excitatrices, sont réunies entre elles par une conduite en fonte, de 250 millimètres, qui permet de les alimenter par l'une des conduites principales.

Chaque conduite peut être fermée, depuis l'intérieur de l'usine, par une valve à papillon, indépendamment des vannes montées sur les turbines.

Turbines. — Les turbines, construites par la maison Escher Wyss et Cº, de Zurich, sont du type horizontal, à action et introduction tangentielle.

Ce type de turbine, à injection partielle, se prête bien à l'utilisation des hautes chutes sans fournir des vitesses de rotation exagérées; le réglage par simple variation de l'orifice d'injection lui assure un bon rendement aux diverses puissances.

par l'intermédiaire du levier L. La régulation s'effectue par variation de pression au-dessus du piston de commande P, le dessous de ce piston restant soumis à la pleine pression de la conduite, Lorsque, par exemple, la vitesse dépasse la vitesse normale, le régulateur à force centrifuge C soulève la douille D, qui, par l'intermédiaire du levier E, ferme l'arrivée de l'eau au-dessus du piston P, et ouvre l'orifice d'évacuation. Le piston P s'élève donc sous la pression de la conduite, et réduit les orifices d'introduction jusqu'à ce que la vitesse soit redevenue normale. Lorsque la vitesse diminue, la douille D s'abaisse, et l'eau envoyée au-dessus du piston peut atteindre une pression égale à celle de la conduite, auquel cas la pression de l'eau sur les languettes en provoque l'ouverture.

La variation de vitesse est de 2 °/₀ pour une variation de charge de 10 °/₀, et 4 °/₀ pour une variation de 25 °/₀. La vitesse du régulateur C est de 600 tours.

Le régulateur se trouve complété par une soupape de décharge, que montre la figure 16, ayant pour fonction de prévenir les coups de

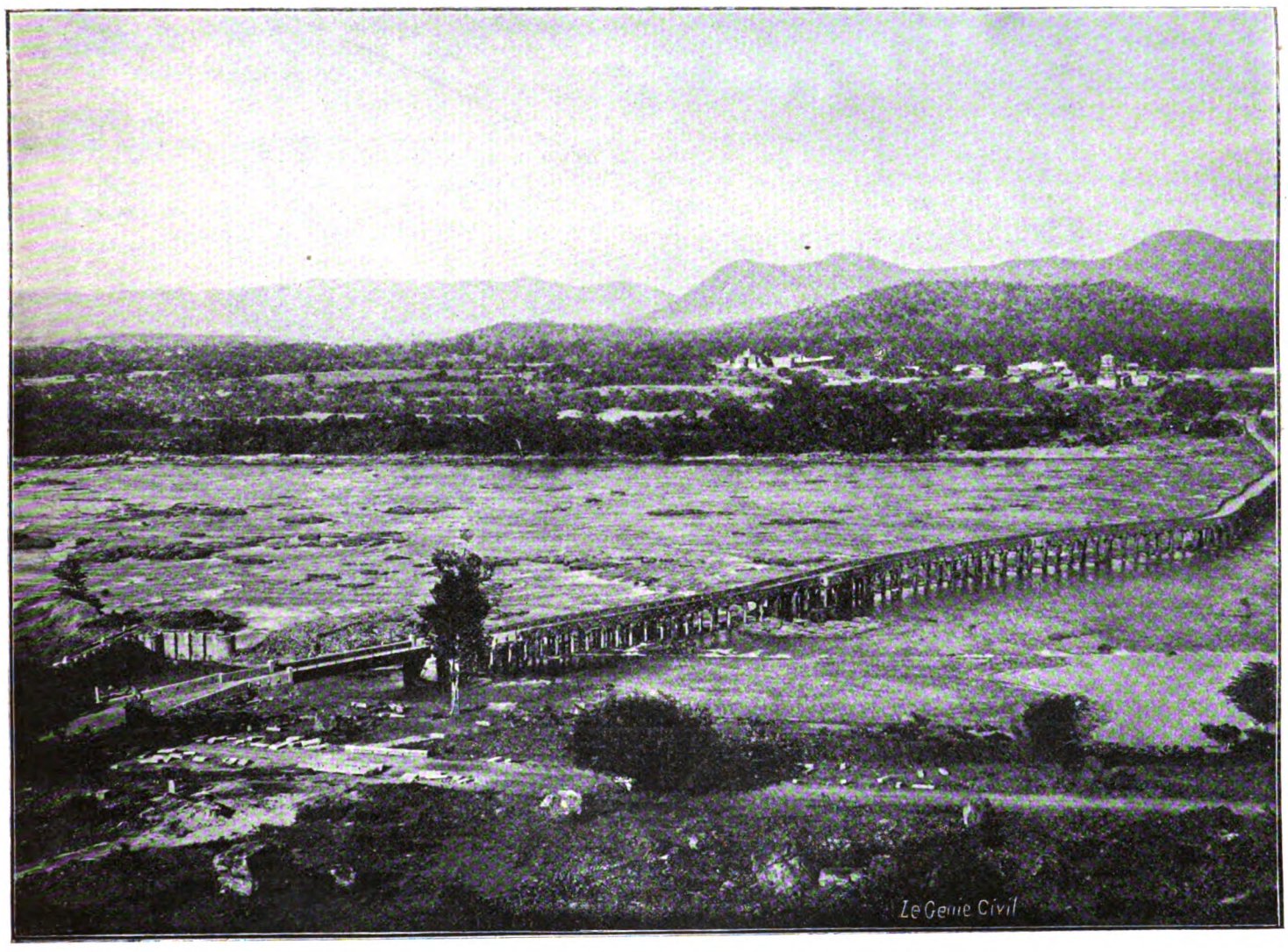


FIG. 11. — USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE CAUVERY FALLS : Origine de la prise d'eau.

Les données suivantes se rapportent aux turbines principales :

Puissance effective sur l'arbre	chevaux.	1 250
Vitesse normale	tours par minute.	300
Chute effective	mètres.	116,70
Débit	litres par seconde.	1 080
Rendement à pleine charge		80 °/₀

La turbine proprement dite a 1 500 millimètres de diamètre extérieur et porte vingt-quatre augets (fig. 14 et 15). Le distributeur est double ; la section des orifices est carrée, et chacun d'eux peut être étranglé par une languette mobile, commandée par le régulateur. L'arbre a 170 millimètres de diamètre dans les paliers ; ceux-ci sont à graissage automatique, et reposent sur la partie inférieure de l'enveloppe, montée sur un massif en béton ; la partie supérieure est démontable pour la visite de la turbine ; un couvercle autoclave monté sur le tuyau d'arrivée, de 600 millimètres de diamètre, donne accès aux organes de distribution.

Les figures 15 et 16 montrent le mécanisme de régulation. Les deux languettes LL', qui ont pour fonction d'étrangler les orifices, sont solidarisées par une tige articulée T, sur laquelle agit le régulateur, bélier dans la conduite au moment de l'étranglement des orifices. Lorsque le régulateur ferme les languettes L, le piston P soulève, par l'intermédiaire de *p*, le cylindre mobile M, qui ouvre ainsi une soupape en communication avec la partie supérieure du cylindre différentiel H. Le piston différentiel remonte en provoquant l'ouverture de la vanne de décharge V. Lorsque le mouvement ascensionnel de la tige de réglage s'arrête, le cylindre mobile M retombe lentement par son poids, vient refermer la soupape, et permet à la pression au-dessus du grand piston de reprendre sa valeur primitive. La vanne se ferme en raison de la différence de diamètre des deux pistons, et la perte d'eau se trouve supprimée. Sous une brusque variation de charge, la variation de pression dans la conduite ne dépasse pas 5 °/₀.

Les turbines des excitatrices présentent les mêmes dispositions générales, mais avec les données suivantes :

Puissance effective sur l'arbre	chevaux.	144
Vitesse normale	tours par minute.	465
Chute effective	mètres.	116,70
Débit par seconde	litres.	125
Diamètre extérieur de la turbine proprement dite	millim.	1 000
Diamètre de l'arbre dans les paliers	millim.	100

Digitized by Google

Leur distributeur n'a qu'un seul orifice d'admission, le diamètre du tube d'amenée étant de 250 millimètres.

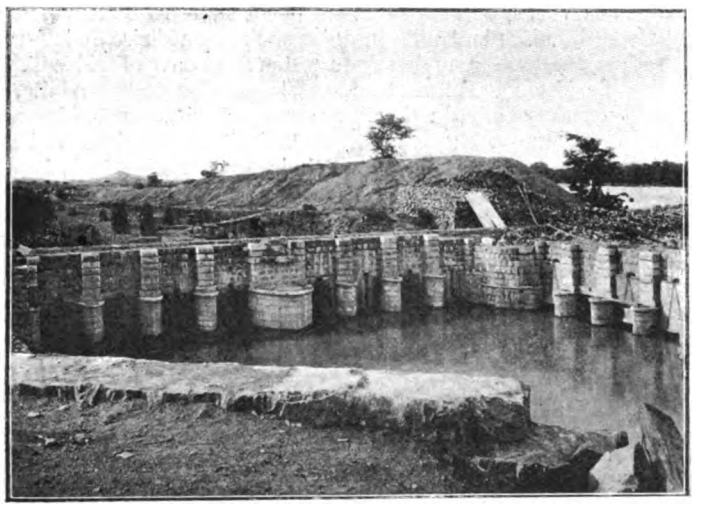


Fig. 12. — Vue, du côté amont, de la prise d'eau.

L'eau destinée au réglage, et épurée comme nous l'avons dit plus haut, passe en outre au travers d'un filtre-revolver placé au voisinage de chaque turbine, et pouvant être nettoyé pendant le service.

Installations électriques. — Le matériel électrique, générateur et récepteur, a été construit à Shenectady (États-Unis), par la General Electric Cº. L'énergie est produite sous forme de courants triphasés à 2200 volts, et transformée à 30000 volts dans un poste situé à 300 mètres de l'usine. Le choix de 2200 volts comme tension primaire a été indiqué par la condition d'avoir un induit enroulé en

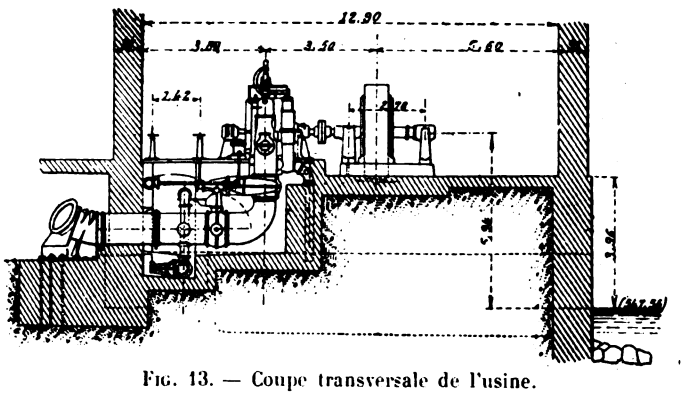
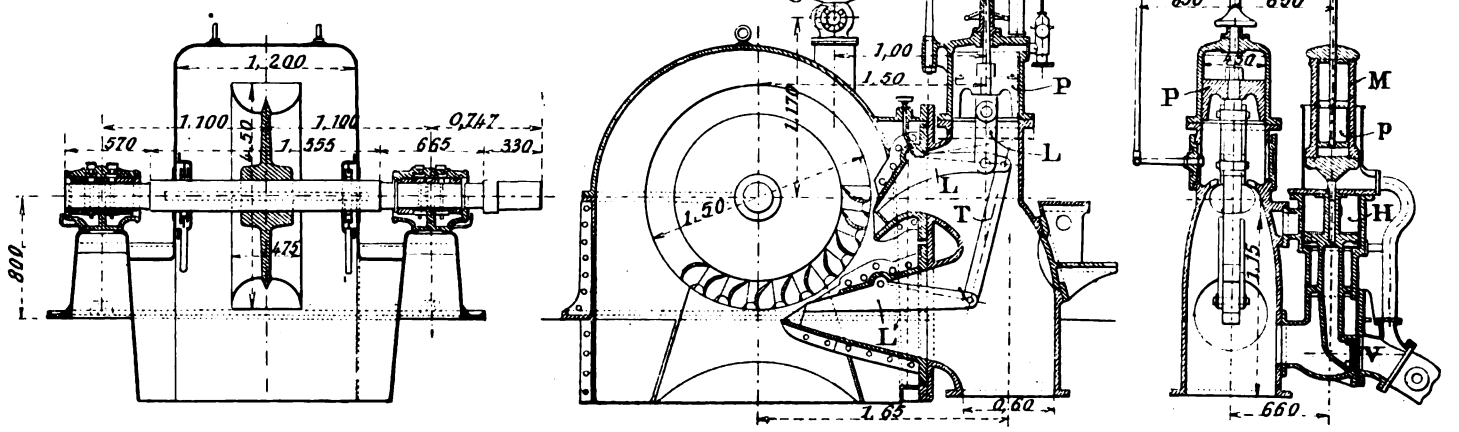


Fig. 13. — Coupe transversale de l'usine.

barres tout en réduisant au minimum la perte entre l'usine et les transformateurs; la fréquence 25 a été adoptée en raison de ce que la charge est composée en grande partie de moteurs.

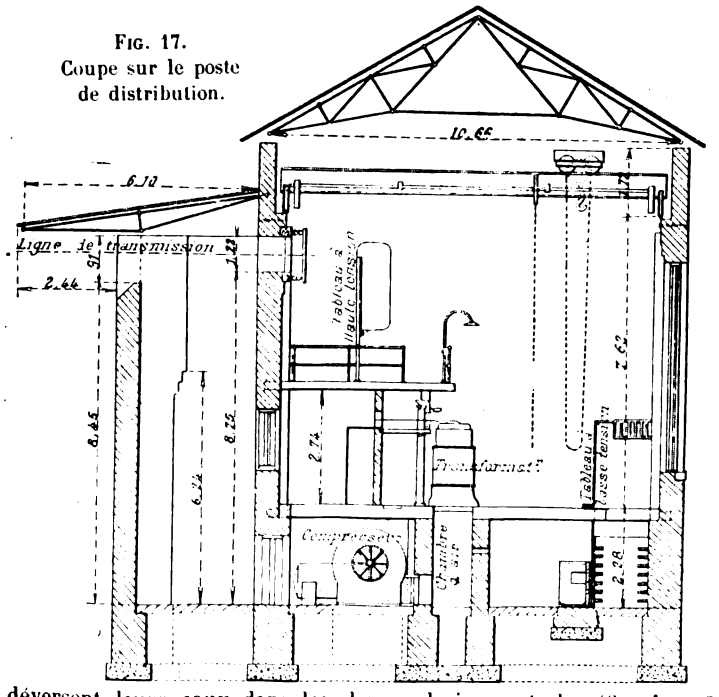
Les six alternateurs ont une puissance de 750 kilowatts chacun; avec cinq unités en marche, on peut recueillir 4000 chevaux à l'extrémité réceptrice, et conserver un groupe de réserve.

Fig. 14 à 16. — Détails d'une turbine et de son régulateur.



Chaque turbine principale est pourvue d'une galerie de fuite qui débouche directement dans le fleuve. Les deux turbines excitatrices déversent leurs eaux dans les deux galeries centrales (fig. 1 et 2, pl. XIII). Toute la tuyauterie, les vannes d'arrêt, etc., sont montées en sous-sol, de façon à laisser un libre accès autour des machines.

Fig. 17.
Coupe sur le poste de distribution.



Les alternateurs sont à inducteurs tournants, enroulés en bandes de cuivre et excités à 60 volts.

Chacune des excitatrices de 75 kilowatts peut fournir le courant nécessaire à l'excitation des six groupes. En raison de la situation insalubre de l'usine, le tableau de réglage a été reporté dans le poste de transformateurs, d'où la vitesse des turbines peut également être commandée.

Ce poste (fig. 17), comprend douze transformateurs-élévateurs de 400 kilowatts, dont neuf sont ordinairement en service, et trois en réserve. Les transformateurs sont réunis par groupes de trois, et chaque groupe est relié au circuit à 2200 volts par un interrupteur tripolaire à huile, et au circuit à 30000 volts par trois interrupteurs simples à huile, à double rupture. Un interrupteur à couteau, à haute tension, est monté en série avec ces derniers, mais sur un panneau séparé, avec cloisons en marbre, qui porte également le levier de manœuvre de l'interrupteur à huile. Ce dernier interrupteur est logé dans une cellule en briques à l'étage inférieur, et connecté au levier de manœuvre par des tiges de bois.

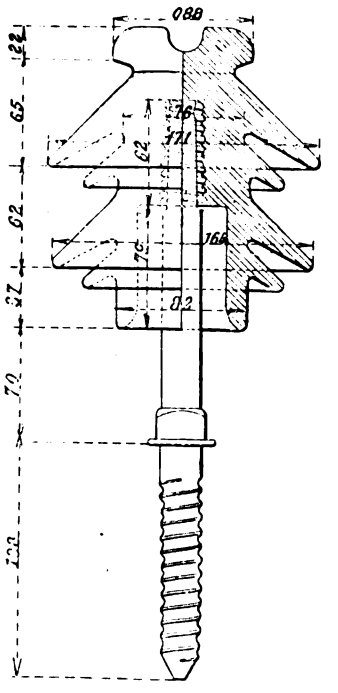


Fig. 18. — Coupe d'un isolateur.

Digitized by Google

Les transformateurs, montés en une seule rangée, sont du type à circulation d'air. Ils sont montés au-dessus d'un tunnel dans lequel deux ventilateurs, actionnés par des moteurs de 7,5 chevaux à champ tournant, envoient l'air nécessaire au refroidissement. Le tableau à basse tension se trouve dans la même salle que les transformateurs, et les conducteurs qui les relient aux transformateurs passent par le tunnel de ventilation.

A la sortie des transformateurs, les conducteurs à haute tension traversent une salle qui contient les parafoudres, puis vont au tableau à haute tension, situé à l'étage supérieur. Il n'existe ni fils fusibles ni coupe-circuits.

Les câbles allant des alternateurs au poste de transformation passent dans une galerie de $2^m 10 \times 1^m 50$, qui suit la colline, et est en escalier sur toute sa longueur.

La transmission se fait par deux lignes distinctes, établies sur poteaux séparés à 18 mètres l'une de l'autre. Le poids total de cuivre employé est de 395 tonnes, et l'une des rangées de poteaux porte, en outre, une double ligne téléphonique, transposée tous les quatre poteaux. Les lignes de transmission sont, elles-mêmes, transposées trois fois sur toute leur longueur. Les portées sont généralement de 40 mètres; il existe, toutefois, quelques traversées de rivières dont la portée atteint 180 mètres, pour lesquelles on a employé des câbles en bronze de haute résistance.

La figure 18 montre le type d'isolateur employé. Ces isolateurs sont

Fig. 19. — Transport du matériel de l'usine par des éléphants.

triangle équilatéral, sauf dans les grandes portées où ils sont au même niveau.

A l'arrivée, un poste de transformation présentant les mêmes dispositions générales que celui du départ, réduit la tension de 26 000 à 2 300 volts. Il comprend douze transformateurs-réducteurs, dont neuf en service. Ces transformateurs, de 350 kilowatts chacun, sont refroidis par circulation d'air, à l'aide de deux ventilateurs.

Le tableau comprend autant de panneaux que de mines à desservir, et chaque panneau porte un interrupteur à huile, des wattmètres indicateurs et enregistreurs, et dans le cas de moteurs synchrones un ampèremètre permettant de déduire le facteur de puissance.

La canalisation entre ce poste et les mines comprend 88 tonnes de cuivre, le développement étant de 16 kilom. environ.

Les moteurs desservis actionnent des broyeurs, des pompes, des compresseurs d'air; leur nombre est de trente-trois, leur puissance totale 4 025 chevaux; ils sont presque tous à champ tournant, sauf deux moteurs synchrones, l'un de 400 chevaux, l'autre de 300, actionnant des compresseurs, qui ont été installés en vue d'élever le facteur de puissance de l'ensemble.

Les moteurs asynchrones au-dessous de 100 chevaux sont alimentés à 220 volts par des transformateurs-réducteurs. Les moteurs plus puissants sont enroulés pour 2 080 volts.

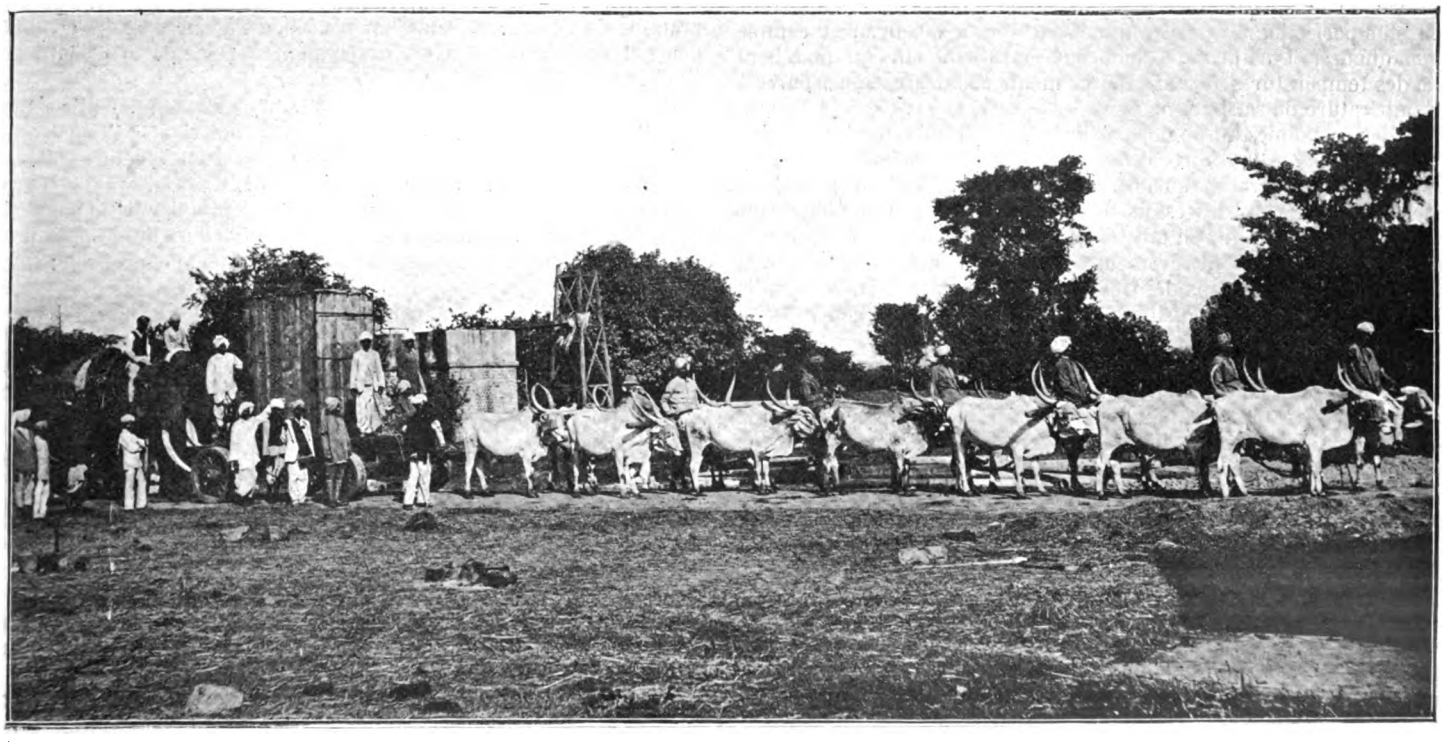


Fig. 20. — Transport du matériel de l'usine par des buffles et des éléphants.

au nombre de 24 000, et ont été essayés séparément à 60 000 volts pendant une heure.

Les poteaux sont mixtes; ils comprennent un soubassement en acier de 4 mètres de longueur (dont $1^m 80$ dans le sol) dans lequel s'engage un poteau en bois de $5^m 40$. Les isolateurs sont aux sommets d'un

Les barrages, les canaux d'amenée, les bâtiments de l'usine et des postes de transformation, les fondations de machines, le transport du matériel, ont été entrepris par le Département des Travaux publics du gouvernement de Mysore, qui a également fourni la main-d'œuvre pour le montage de la ligne, et l'aide nécessaire aux travaux hydrau-

Digitized by Google

liques et électriques. Ces divers travaux n'ont pas été sans présenter de difficultés : en raison de la forte chaleur du jour, certains travaux, tels que la rivure des conduites, ne purent être faits que le matin ou la nuit. De plus, au début de la construction, la malaria qui règne ordinairement, jointe à une épidémie de choléra, à laquelle des croyances superstitieuses ne tardèrent pas à faire attribuer une origine surnaturelle, écartèrent tous les travailleurs et on ne put rassembler qu'avec peine de nouvelles équipes. Enfin, les transports sur une distance de 50 kilom. dans une région dépourvue de routes, de pièces dont le poids atteignait jusqu'à 14 tonnes durent être faits par des moyens spéciaux, dont la figure 20 donne un exemple particulièrement typique; une combinaison de buffles et d'éléphants attelés les uns devant, les autres derrière, constitue le moyen de traction, inusité, qui a été employé à cette occasion.

Toutes ces difficultés ayant été surmontées, l'installation a été inaugurée le 30 juin 1902, par le colonel Donald Robertson, et a fonctionné depuis lors d'une façon régulière. Elle est actuellement en voie d'agrandissement par l'addition de cinq nouvelles unités de 1 250 chevaux et d'un groupe excitateur.

F. Drouin,
Ingénieur civil,
Licencié ès Sciences.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

ÉTAT ACTUEL DE LA THÉORIE DE LA SURCHAUFFE de la vapeur.

Historique. — Le *Génie Civil* a déjà signalé (1) les différents types de surchauffeurs de vapeur. Il a montré les efforts tentés par les constructeurs pour arriver à des appareils pratiques, et il semble bien que le but visé est tout près d'être atteint.

L'industrie étant dotée d'engins pratiques, quels avantages va-t-elle en tirer ? Il n'est pas douteux que ces avantages seront très importants, peut-être même considérables. Hirn, qui avait étudié la question, l'avait déjà prédit et prouvé, mais sa démonstration, bien qu'expérimentale, n'était pas illustrée d'un assez grand nombre d'expériences précises et suffisamment comparables entre elles pour qu'on pût chiffrer sûrement le bénéfice attendu de la surchauffe. Les difficultés rencontrées dans la construction des surchauffeurs au début, puis les résultats remarquables donnés par l'emploi des enveloppes de vapeur et de la détente en cascade firent un peu oublier la surchauffe pendant quarante ans par le monde industriel.

L'idée de la surchauffe réapparaît aujourd'hui avec des appareils bien plus perfectionnés, soit comme machines à vapeur, soit comme surchauffeurs, et maintenant nombreux sont les moteurs qui marchent avec des températures de 100, 150 et même 200 degrés supérieures à la température de saturation.

Quelles économies a-t-on déjà réalisées ? Quelles économies peut-on encore espérer ? A vrai dire, il nous semble qu'en 1903 nous ne soyons pas beaucoup plus avancés qu'au moment où Hirn faisait ses premières expériences ; pourtant les essais faits par des Ingénieurs compétents ne manquent pas, et il s'en fait tous les jours de nouveaux ; malheureusement ces essais sont rarement comparables entre eux, et ils sont faits le plus souvent dans des conditions tellement spéciales d'installation qu'il n'est pas possible d'en déduire des lois générales et précises.

Dans une remarquable conférence que M. A. Witz faisait dernièrement à la Société Industrielle du Nord de la France, cet Ingénieur cherchait à utiliser les résultats de ces expériences, et le nombre de celles qu'il a cru devoir retenir était bien restreint ; elles ont trait, en outre, à des pressions variant de 5 à 10 kilogr. et à des surchauffes de 41 degrés à 172 degrés. Des essais faits par M. Walther Meunier, et dignes de toute confiance, ont été retenus à côté de ceux effectués par des hommes compétents mais sur la demande des constructeurs voulant lancer un nouveau type de machines.

Nous voyons, d'après ces renseignements, que le bénéfice dû à la surchauffe varie de 8 à 17 %, mais nous avouons ne pas voir de loi ni de lien entre tous ces résultats.

Ces résultats pratiques montrent que la théorie qui devrait nous conduire dans ces questions si complexes serait d'un grand secours pour coordonner les indications de la pratique.

Malheureusement cette théorie ne paraît pas tout à fait en mesure de remplir son rôle. Il est intéressant de voir où elle en est.

Formules proposées. — Une première question est relativement facile à résoudre, c'est celle du coût de la vapeur surchauffée. On sait, en effet, que pour élever la température de la vapeur d'eau il faut dépenser par unité de poids un nombre de calories q donné par la formule $q = C(t - t_s)$, t_s étant la température de la vapeur saturée, t celle de la vapeur surchauffée, C la chaleur spécifique à pression constante, supposée constante et à laquelle on donnait jusqu'à ce jour la valeur 0,4805 trouvée par Regnault. Or, ici déjà nous trouvons une première incertitude : il paraît résulter, d'expériences de laboratoire récentes, que cette valeur de 0,48 serait trop faible et que pour les surchauffes industrielles il faudrait prendre un chiffre voisin de 0,60.

En fait, il est à peu près certain que C n'est pas constant et il est à craindre que les moyennes que nous appliquons (que ce soient 0,48 ou 0,60) ne rendent pas suffisamment compte des phénomènes, dans les limites de surchauffe qui sont atteintes dans l'industrie.

Pratiquement cependant, la valeur 0,48 paraît concorder avec des résultats d'essais industriels ; et pour les surchauffeurs placés dans les carneaux des chaudières, les constructeurs garantissent généralement un rendement de 70,75 et même 80 % de ce chiffre. Peut être profitent-ils de quelques calories qui seraient perdues si le surchauffeur était enlevé. On peut donc employer jusqu'à nouvel ordre la formule théorique :

$$q = 0{,}48\,(t - t_s),$$

et compter qu'en pratique, avec des appareils bien disposés, on atteint un rendement de 75 % ; le nombre de calories à fournir par unité de poids sera donc :

$$\frac{0{,}48\,(t - t_s)}{0{,}75}.$$

Si nous exprimons la chaleur totale théoriquement nécessaire pour obtenir 1 kilogr. de vapeur à la température t, nous aurons :

$$Q = 606{,}5 + 0.305\,t_s + 0{,}4805\,(t - t_s).$$

Remarquons en passant que t étant le même, il est plus économique d'augmenter t_s, c'est-à-dire d'augmenter la pression de la vapeur dans la chaudière et de réduire la surchauffe. Nous y reviendrons plus loin.

Après avoir produit cette vapeur à la température t, il faudra la conduire à l'entrée du cylindre de la machine à vapeur. Il y a dans les tuyauteries une première cause de perte de chaleur et il est à remarquer que cette perte de chaleur va être d'autant plus grande que la température de la vapeur sera plus élevée : on sait, en effet, que la vitesse de refroidissement est proportionnelle à l'écart de température entre la conduite et l'air ambiant, et qu'on est forcé de garnir les tuyaux de vapeur surchauffée d'enveloppes calorifuges faites très soigneusement, sous peine de perdre en route la majeure partie des avantages de la surchauffe : la pratique montre que, même avec des longueurs de parcours assez faibles, tout le bénéfice de la surchauffe est à peu près perdu si les conduites de vapeur ne sont pas ou sont mal enveloppées. C'est un deuxième point sur lequel nous reviendrons plus loin.

Jusqu'à l'entrée du cylindre nous pouvons établir le coût du kilogramme de vapeur, puisque les pertes de chaleur dans les conduites peuvent être estimées assez exactement à l'aide de coefficients pratiques parfaitement connus.

Il s'agit maintenant de savoir ce que nous allons recueillir comme travail dans le cylindre. La première idée qui vient à l'esprit est de comparer les rendements maxima que l'on peut obtenir soit avec vapeur surchauffée, soit avec vapeur saturée. C'est au cycle de Carnot que nous nous adresserons naturellement, en premier lieu, pour faire cette comparaison. On sait que dans l'hypothèse d'un fluide parcourant ce cycle, le rendement maximum sera donné par l'expression :

$$\frac{T_1 - T_2}{T_1},$$

dans laquelle T_1 désigne la température absolue à l'origine du cycle et T_2 la température absolue de la deuxième isothermique, qui serait ici la température du condenseur. Cette expression peut s'écrire :

$$1 - \frac{T_2}{T_1},$$

et on voit immédiatement l'avantage qu'il y a à augmenter T_1, ce que fait la surchauffe. Il est vrai que si nous augmentions T_1 par une élévation de la pression, en employant une vapeur saturée à plus haute température, le résultat serait le même, et dans ce cas, comme nous l'avons montré, le kilogramme de vapeur nous aurait coûté moins cher. Nous n'aurions donc pratiquement intérêt à employer la surchauffe que pour atteindre des températures très élevées que la vapeur saturée ne saurait nous donner sans des pressions très grandes absolument inadmissibles. Cette expression nous indiquerait donc que nous ne devrons recourir à la surchauffe qu'à partir de 10 ou 11 kilogr. de pression seulement, à moins qu'il ne s'agisse d'une installation déjà existante, dans laquelle il est impossible d'augmenter la pression.

Cependant, si on applique cette formule à des exemples, on voit que le rendement théorique augmente avec T_1 d'une façon très rapide et que les résultats qu'on obtient ainsi sont en désaccord évident avec les résultats pratiques. C'est, qu'en effet, le cycle réellement suivi s'écarte complètement du cycle de Carnot et la formule est aussi inapplicable théoriquement que pratiquement.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XL, n° 14, p. 232.

Digitized by Google

M. Poincaré *(Traité de Thermodynamique,* 1892) a cherché une autre expression du rendement. Il donne pour limite supérieure de ce rendement la valeur :

$$\frac{T'_1 - T_2}{T'_1},$$

dans laquelle T'_1 est donné par la relation :

$$\text{Log}\,\frac{T_1}{T_2} + \frac{L}{T_1} + C\,\text{Log}\,\frac{T_0}{T_1} = \frac{T_1 - T_2 + L + C\,(T_0 - T_1)}{T'_1};$$

T_2 étant, comme précédemment, la température au condenseur;
T_1 la température de la vapeur saturée;
T_0 la température de la vapeur surchauffée;
L la chaleur latente de vaporisation.

En appliquant cette formule à des exemples, M. Poincaré trouve que l'avantage de la surchauffe est très faible et il met lui-même en doute l'utilité pratique de sa formule. Peut-être en exagère-t-il un peu l'insuffisance, cependant on doit reconnaître que les résultats qu'elle donne paraissent assez éloignés des résultats observés.

M. A. Witz, dans la conférence à laquelle nous faisions allusion plus haut, fait intervenir le titre de la vapeur au commencement et à la fin de la détente, c'est-à-dire la proportion de vapeur et d'eau introduites dans le cylindre. Si x_1 est la fraction de vapeur contenue à l'origine, r_1 la chaleur de vaporisation à la température t_1, x_2 et r_2 les mêmes quantités à la température t_2 du condenseur et C la chaleur spécifique de l'eau, on a pour la vapeur saturée :

$$\rho = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{x_2 r_2}{C(t_1 - t_2) + x_1 r_1},$$

et pour la vapeur surchauffée à la température t'_1,

$$\rho' = 1 - \frac{x'_2 r_2}{C(t_1 - t_2) + c(t'_1 - t_1) + x_1 r_2},$$

la valeur de x_2 étant donnée par la formule de Clausius :

$$\int_{T_2}^{T_1} C\frac{dT}{T} + \frac{x_1 r_1}{T_1} - \frac{x_2 r_2}{T_2} = 0.$$

En appliquant ces formules, M. Witz trouve que l'économie reste encore très faible : par exemple, la surchauffe à 350 degrés de vapeur prise à 6 kilogr. de pression, c'est-à-dire saturée à 164 degrés ne donnerait que 7 % d'économie. En partant de pressions supérieures, par exemple 10 ou 11 kilogr., théoriquement l'économie serait insignifiante et inférieure à l'intérêt et à l'amortissement du prix d'un appareil supplémentaire de surchauffe.

En fait, il est certain que les économies réelles sont bien supérieures aux économies calculées au moyen de ces formules.

Nature du problème. — Ces formules étant insuffisantes, on est évidemment conduit à faire intervenir l'influence des parois, ce qui est toujours la grande ressource toutes les fois que la thermodynamique est manifestement impuissante. Certes, cette influence n'est pas douteuse et nous ne voudrions pas la contester, mais elle devrait pouvoir s'exprimer, semble-t-il, par des chiffres qu'il serait relativement facile d'établir (au moins approximativement) : il semble bien, en effet, qu'il n'y ait à tenir compte que d'échanges de chaleur faciles à traduire par des formules très élémentaires de calorimétrie. En général, si on invoque cette théorie, ce n'est qu'en restant dans des généralités assez vagues, ou bien en employant des intégrales doubles qu'on se garde bien de résoudre. Il vaudrait mieux avouer que les formules dont on s'est servi sont insuffisantes.

Cette théorie des parois doit-elle être mise en cause ici? Nous ne voudrions pas le nier absolument, mais cela ne nous paraît pas absolument nécessaire : M. Witz a bien démontré qu'à températures égales les vapeurs condensables perdent plus de calories au contact des parois que les gaz. Mais il est bien évident que si nous mettons de la vapeur à 350 degrés dans une enceinte au lieu de l'y mettre à 180 degrés la perte de chaleur va être beaucoup plus rapide : nous rappelions plus haut le fait incontestable de la diminution considérable de température constatée dans les tuyaux de conduite de vapeur surchauffée et qui doit être évitée par des précautions toutes spéciales : faut-il donc admettre que les parois des cylindres aient à ce sujet des vertus mystérieuses que n'ont pas les parois des tuyaux?

En outre, et nous allons le montrer tout à l'heure, bien qu'étant à une température plus élevée la vapeur surchauffée admise à chaque coup de piston contient une quantité proportionnellement moindre de calories que la vapeur saturée; or, comme la perte de chaleur dépend de l'écart des températures et de la chaleur spécifique (que nous supposons toujours constante), cette perte devrait être, entre les mêmes limites de températures, proportionnellement plus grande puisqu'elle porte sur une plus petite quantité de chaleur.

En réalité, nos formules usuelles de thermodynamique ne s'appliquent que d'une façon très imparfaite aux problèmes de la machine à vapeur; d'abord parce que les cycles théoriques sur lesquels nous nous basons dans nos calculs ne sont pas réalisés pratiquement (les cycles réels ne sont même pas réversibles); puis et peut-être surtout, parce que nous supposons certaines fonctions continues et que nous les intégrons sans crainte bien que les phénomènes de la condensation ou de l'évaporation y apportent un élément essentiellement discontinu. Tâchons un instant d'oublier nos idées théoriques usuelles et demandons-nous ce qu'il faut réaliser pour faire tourner dans les meilleures conditions un moteur à vapeur, ou même un moteur thermique quelconque : évidemment il nous faut un volume de gaz aussi grand que possible et à la plus haute pression possible.

En dehors du volume et de la pression, aucun élément ne nous intéresse directement, au point de vue purement mécanique: cependant nous demanderons que l'unité de volume renferme le minimum possible de chaleur afin de pouvoir la produire économiquement et que la température soit aussi basse que possible afin de diminuer les pertes de chaleur par conductibilité et rayonnement. Au lieu de traiter le problème avec les données telles que nous lui posons, la thermodynamique commence par les éliminer de suite en remplaçant le volume et la pression par d'autres quantités telles que le poids, la température, la quantité de chaleur, etc., le tout d'après des lois plus ou moins empiriques : lois qui sont peut-être vraies dans de certaines limites, mais qui, dans le cas de la machine à vapeur, nous paraissent inapplicables précisément pour la raison que nous indiquions plus haut; c'est-à-dire parce que nous sommes forcés d'envisager les phénomènes aux environs d'un changement d'état qui apporte une discontinuité évidente dans les fonctions, ce qui devrait nous interdire toute généralisation, toute intégration.

Solution pratique de M. Rupprecht. — C'est parce qu'il a cherché dans une autre voie que M. Rupprecht, de Magdebourg, nous semble avoir trouvé dans la question qui nous occupe, non pas sans doute une solution définitive et complète, mais assurément un point de vue intéressant et susceptible d'expliquer certains faits et de donner des indications précises ne s'éloignant pas trop de la réalité. Son raisonnement est d'ailleurs fort simple. Il calcule, à l'aide de la formule rappelée plus haut, la quantité de chaleur Q qu'il faut fournir à 1 kilogr. de vapeur pour le porter d'abord à la température de vaporisation sous une pression donnée, puis la quantité de chaleur q pour atteindre une température de surchauffe déterminée. Jusqu'ici, sauf l'incertitude qui peut régner sur certains coefficients, il n'y a rien de discutable.

D'autre part, le volume du kilogramme de vapeur saturée étant V_{ts}, le volume du kilogramme de vapeur surchauffée peut être calculé approximativement par telle formule qui semblera préférable et ceci sans approcher des limites au voisinage desquelles nous prétendons que lesdites formules cessent d'être applicables, mais au contraire en s'en éloignant. M. Rupprecht emploie la formule de Zeuner :

$$pv = 50{,}9\,T - 192{,}5\,\sqrt[4]{p}.$$

Si nous désignons par V_t le volume du kilogramme de vapeur surchauffée à t degrés à la pression p, on voit qu'une unité de volume de vapeur surchauffée renfermera :

$$\frac{V_{ts}}{V_t} \times (Q + q) = Q_1 \text{ calories.}$$

alors que l'unité de volume n'en renfermait avant la surchauffe que Q; si Q_1 est plus petit que Q, nous avons fait un bénéfice puisque nous avons une unité de volume à la même pression que précédemment et elle nous a coûté moins cher. M. Rupprecht a constaté que Q_1 était en effet plus petit que Q et a calculé pour des pressions de 2 à 11 kilogr. jusqu'à des surchauffes de 250 degrés de température totale, l'économie correspondante, c'est-à-dire $\frac{Q - Q_1}{Q}$.

Nous reproduisons ci-après le tableau des valeurs trouvées par M. Rupprecht à partir de la pression de 5 kilogr. Il nous semble que ce tableau présente un réel intérêt pratique en nous permettant de prévoir, d'une manière qui semble assez précise, l'économie théorique d'une surchauffe donnée; ce tableau pourra être complété facilement jusqu'à des températures supérieures par les techniciens qui ont à se servir de ces chiffres.

Une première observation résulte de ce tableau : c'est que le bénéfice de la surchauffe à une température déterminée diminue à mesure que le timbre augmente, ce qui semble assez naturel *a priori*. Par contre, aux limites du tableau, on voit que l'augmentation d'économie est encore assez sensible par chaque degré de surchauffe en plus, ce qui prouve que l'on est encore assez loin du maximum.

Assurément, la solution n'est pas encore complète, puisque nous n'avons calculé, par cette méthode, que l'économie acquise à l'entrée de la boîte à vapeur. Il faudrait calculer encore :

1° Les rendements avant et après surchauffe, c'est-à-dire la puissance que donnerait, d'une part un volume V de vapeur contenant Q calories à la température t_s et, d'autre part, le même volume V, contenant Q_1 calories à la température t, le tout à la même pression;

2° Les pertes de chaleur dans les deux cas.

Digitized by Google

Économie de chaleur de vaporisation par mètre cube de vapeur surchauffée.

PRESSIONS ABSOLUES	TEMPÉRATURE EN DEGRÉS CENTIGRADES DE LA VAPEUR									
	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250
5	**1,37**	**2,89**	**4,35**	**5,74**	**7,07**	**8,35**	**9,58**	**10,76**	**11,89**	**12,98**
	9,01	19,01	29,01	39,01	49,01	59,01	69,01	79,01	89,01	99,01
5,5	**0,48**	**2,00**	**3,46**	**4,85**	**6,18**	**7,46**	**8,69**	**9,86**	**11,00**	**12,08**
	5,41	15,41	25,41	35,41	45,41	55,41	65,41	75,41	85,41	95,41
6	**0,32**	**1,85**	**3,32**	**4,73**	**6,07**	**7,36**	**8,60**	**9,79**	**10,90**	**12,03**
	2,06	12,06	22,06	32,06	42,06	52,06	62,06	72,06	82,06	92,06
6,5	»	**1,37**	**2,84**	**4,25**	**5,60**	**6,99**	**8,13**	**9,32**	**10,54**	**11,64**
	»	8,92	18,92	28,92	38,92	48,92	58,92	68,92	78,92	88,92
7	»	**0,81**	**2,38**	**3,75**	**5,15**	**6,44**	**7,68**	**8,88**	**10,02**	**11,13**
	»	5,97	15,97	25,97	35,97	45,97	55,97	65,97	75,97	85,97
7,5	»	**0.48**	**1,94**	**3,36**	**4,71**	**6,01**	**7,25**	**8,45**	**9,60**	**10,70**
	»	3,18	13,18	23,18	38,18	43,18	53,18	63,18	73.18	83,18
8	»	**0,08**	**1,57**	**3,00**	**4,37**	**5,68**	**6,94**	**8,15**	**9,31**	**15,42**
	»	0,54	10,54	20,54	30,54	40,54	50,54	60,54	70,54	80,54
8,5	»	»	**1,14**	**2,62**	**3,99**	**5,30**	**6.55**	**7,76**	**8,92**	**10,03**
	»	»	8,02	18,02	28,02	38,02	48,02	58,02	68,02	78,02
9	»	»	**0,83**	**2,25**	**3,62**	**4,93**	**6,18**	**7,39**	**8,55**	**9,66**
	»	»	6,62	15,62	25,62	35.62	45,62	55,62	65,62	75,62
9,5	»	»	**0,44**	**1,93**	**3,28**	**4,64**	**5,90**	**7,10**	**8,29**	**9,42**
	»	»	3,32	13,32	23,32	33,32	43,32	53,32	63,82	73,32
10	»	»	**0,17**	**1,60**	**2,98**	**4,25**	**5,56**	**6,78**	**7,94**	**9,06**
	»	»	1,11	11,11	21,11	31,11	41,11	51,11	61,11	71,11
10,5	»	»	»	**1,29**	**2,68**	**4,01**	**5,29**	**6,51**	**7,69**	**8,82**
	»	»	»	8,99	18,99	28,99	38,99	48,99	58,99	68,99
11	»	»	»	**1,00**	**2,38**	**3,71**	**4,98**	**6,20**	**7,37**	**8.50**
	»	»	»	6,95	16,95	26.95	36,95	46,95	56,95	66,95

Les chiffres gras supérieurs indiquent l'économie pour cent de chaleur de vaporisation par mètre cube de vapeur surchauffée par rapport à la chaleur de vaporisation de la vapeur saturée.
Les chiffres inférieurs donnent la température de surchauffe en degrés centigrades.

Nous ne parlerons plus de la perte de chaleur; comme nous le disions plus haut, nous ne voyons pas *a priori* de quel côté serait l'avantage, et en tout cas nous ne savons pas le chiffrer pour l'instant.

Conclusion. — En ce qui concerne les rendements, conviendrait-il d'ajouter les économies calculées par la formule de M. Poincaré ou par celle de M. Witz ? Toutes deux comportent des intégrales dans lesquelles figurent la température du condenseur et les températures voisines; températures pour lesquelles les fonctions considérées sont discontinues ou, du moins, affectent des formes qui s'écartent très certainement des lois supposées ; nous pensons donc qu'elles doivent être assez loin de la vérité. En outre, elles comparent toutes deux les rendements d'un même poids de vapeur; or, nous venons de voir que ce n'est pas cela qui nous intéresse en ce moment, mais bien les rendements comparés d'un même volume : il faudrait donc au moins multiplier les résultats par le rapport $\frac{V_{ts}}{V_t}$ qui est plus petit que 1. Nous aurions ainsi un terme complémentaire de l'économie due à la surchauffe, qui pourrait peut-être avoir un certain intérêt. Mais n'oublions pas que ce terme est plus discutable que le premier, et que les chiffres déjà trop faibles que donnaient ces formules vont être encore diminués par le coefficient plus petit que 1 que nous venons de leur appliquer.

Hermann BERNARD,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

DOSEUR-MÉLANGEUR DE GAZ

Application à l'acétylène et l'air

De nombreuses recherches ont été déjà faites sur les différents gaz que l'on produit dans l'industrie (gaz pauvres, gaz à l'eau, gaz de houille, gaz riches, etc.). Chacun d'entre eux a donné lieu à des applications importantes, soit pour l'éclairage, soit pour le chauffage ou pour la production de force motrice. Mais les emplois industriels des gaz seraient sans doute bien plus divers et leur usage plus répandu s'il était possible de les mélanger facilement dans des proportions connues d'avance et bien déterminées, et de constituer ainsi une variété infinie de mélanges gazeux pouvant être, dans chaque cas particulier, préparés de la façon la plus convenable en vue de chaque application spéciale.

Cette idée de mélanger les gaz n'est pas nouvelle et a, depuis longtemps, attiré l'attention des inventeurs. Pour la réaliser, diverses solutions ont été proposées; la plus simple et, croyons-nous, la plus ancienne, consiste à accoupler deux volants de compteurs ordinaires de gaz qui déversent chacun des deux gaz dans une même chambre de mélange en volumes proportionnels à leurs capacités mesurantes respectives. Dès l'année 1842, nous trouvons, dans un brevet américain, pris au nom de James Crutchett, la description d'un appareil basé sur ce principe.

Au premier abord, il semble qu'un appareil de ce genre doive donner des résultats satisfaisants. Il n'en est pas tout à fait de même dans la pratique, par suite d'une difficulté particulière tenant à ce que les variations du niveau de l'eau dans l'appareil influent inévitablement sur le dosage, puisque l'une des parois constituant la capacité mesurante d'un volant de compteur n'est autre que le niveau même du liquide à l'intérieur.

Ce défaut est d'autant plus grave que ces variations de niveau peuvent non seulement provenir de condensations ou d'entraînements d'eau, comme dans les compteurs ordinaires, mais sont la conséquence naturelle de toute variation dans la pression d'admission de l'un ou l'autre des gaz composant le mélange; en effet, la pression qui s'exerce à l'extérieur des tambours doseurs, c'est-à-dire, la pression du mélange, sera généralement différente de la pression dans l'intérieur de chacun des tambours, c'est-à-dire, de la pression d'admission de chacun des gaz.

Il s'ensuit que les dénivellations à l'intérieur des doseurs seront en fonction des pressions sous lesquelles les gaz pénètrent dans l'appareil, au lieu de ne dépendre, comme dans un volant de compteur ordinaire, que de l'absorption de pression, toujours très faible, causée par le mouvement du volant.

Il fallait donc, pour ce cas particulier, renoncer aux formes ordinairement données aux volants de compteurs et trouver un système d'appareil tel que, à tout instant, les variations de niveau de l'eau n'eussent aucune influence (ou tout au moins qu'une influence négligeable) sur le volume du gaz admis dans le doseur. Cette condition a été réalisée d'une façon très heureuse dans le doseur-mélangeur système Molet-Boistelle, dont nous allons donner la description.

Nous supposerons que les deux gaz à mélanger soient l'acétylène et l'air atmosphérique; de fait, c'est jusqu'ici en vue de cette application que ces appareils ont été surtout employés.

La figure 1 représente en coupe le doseur d'acétylène, la figure 2 le doseur d'air. Ce sont deux couronnes, à section rectangulaire, accolées et solidaires d'un même manchon qui tourne très librement autour de l'arbre fixe E supporté par le prolongement des deux tubulures coudées T, T′ par lesquelles sont amenés les deux gaz à mélanger. Ce système doseur est fixé à l'intérieur d'une caisse étanche B partiellement remplie d'eau qu'on peut introduire au moyen d'une tubulure latérale D; cette caisse forme la chambre de mélange et porte une tubulure de sortie S pour le mélange. Extérieurement aux deux couronnes sont soudés deux fonds F, F′ percés, à leur partie centrale, d'ouvertures livrant passage aux tubulures d'entrée des deux gaz : entre les deux couronnes est disposé un fond étanche P séparant complètement les capacités C, C′ comprises à l'intérieur des deux doseurs.

On aperçoit de suite quel est le fonctionnement général de l'appareil. L'acétylène et l'air, amenés chacun par l'une des tubulures T, T′, pénètreront dans les capacités C, C′ sans se mélanger, seront admis dans chacun des deux doseurs dans des proportions déterminées et se répandront ensuite, une fois dosés, dans la chambre de mélange. Il nous reste à montrer par quelles dispositions on est arrivé à assurer l'invariabilité de proportions des deux gaz, quelles que soient les variations de niveau qui peuvent se produire dans l'appareil.

La couronne constituant le doseur est divisée par des cloisons équidistantes en un certain nombre de cellules telles que *abcdef* (fig. 4) d'égale capacité. Chacune de ces cellules, *abcdef* par exemple, est munie, à ses deux extrémités, de deux tubulures telles que *degh*, *abik*, de sections très faibles par rapport à celle de la cellule et ouvertes à leurs deux extrémités. Grâce à ces prolongements ou tubulures, la cellule considérée est ainsi mise en communication d'une part avec la chambre C d'introduction de gaz, d'autre part avec la chambre de mélange B.

Examinons maintenant ce qui va se passer lorsque l'acétylène va entrer dans la chambre C, intérieure à la couronne de dosage. Nous supposerons que l'orifice de sortie S du mélange soit ouvert et nous désignerons par GG′, AA′, MM′ les niveaux respectifs de l'eau à l'intérieur du doseur d'acétylène, du doseur d'air et de la chambre de mélange.

Nous supposerons également que le volume des tubulures soit négligeable par rapport à celui des cellules.

Le gaz, entrant par la tubulure *degh*, exerce sa pression à l'intérieur de la cellule *abcdef*, fermée à son autre extrémité par l'eau

Digitized by Google

dans laquelle plonge la tubulure *abik* (fig. 4). Les pressions exercées sur la paroi *bc*, à l'intérieur et à l'extérieur de la cellule, sont égales et de sens contraires et se détruisent. Au contraire, sur la paroi opposée s'exercent, intérieurement, la pression du gaz, et, extérieurement, la pression du mélange, qui est plus faible que la précédente. Cette paroi

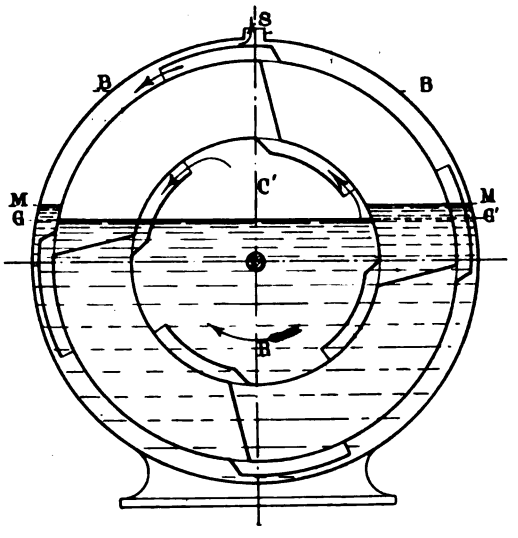


Fig. 1. — Coupe suivant III-IV.
Doseur d'acétylène.

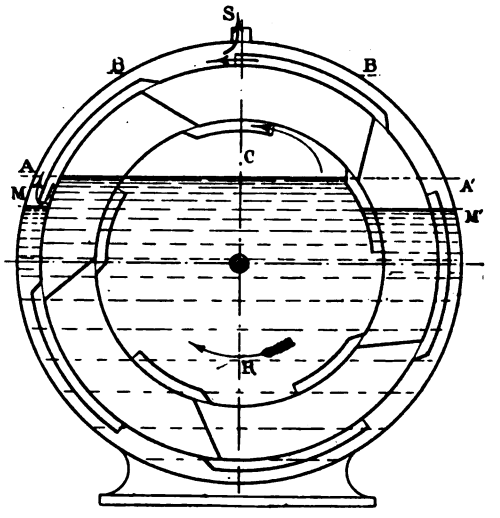


Fig. 2. — Coupe suivant I-II.
Doseur d'air.

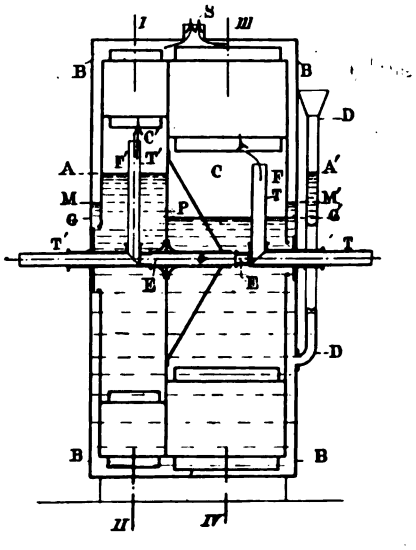


Fig. 3. — Coupe transversale
du doseur-mélangeur.

Fig. 1, 2 et 3. — Doseur-mélangeur de gaz.

est donc sollicitée à se déplacer vers la droite de la figure, entraînant avec elle le doseur qui se mettra à tourner autour de son axe dans le sens de la flèche R.

Bientôt, par suite du mouvement de rotation, la tubulure *degh* viendra à s'immerger à son tour (fig. 5). La longueur des tubulures est d'ailleurs calculée de telle façon qu'au moment où la tubulure intérieure s'immerge la tubulure extérieure soit encore plongée dans le liquide. La cellule *abcdef* se trouve donc alors close de toutes parts et renferme un volume de gaz égal à sa propre capacité.

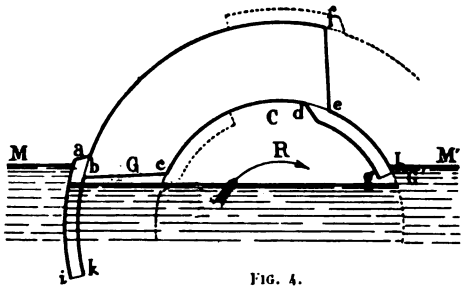


Fig. 4.

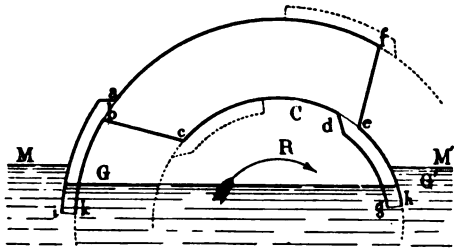


Fig. 5.

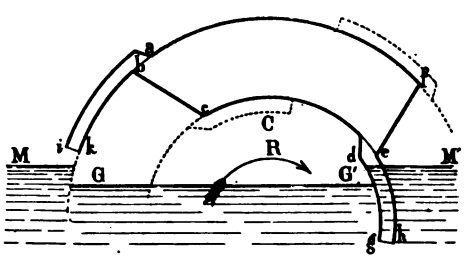


Fig. 6.

Fig. 4, 5 et 6. — Différentes positions de la cellule dans son mouvement de rotation.

Pratiquement on a à tenir compte de la contraction du gaz due à la différence entre la pression atmosphérique et celle sous laquelle il pénètre dans l'appareil. La rotation continuant, la tubulure *abik* émerge à son tour (fig. 6) et le gaz contenu dans la cellule se déverse dans la chambre de mélange. La somme des volumes des cellules étant égale au volume même de la couronne de dosage du gaz, on voit que le volume déversé dans la chambre de mélange, au bout d'un tour, par cette couronne, sera égal au volume même de la couronne.

Le même raisonnement s'applique, d'ailleurs, exactement pour le doseur d'air, à cela près qu'il ne se met en mouvement que parce qu'il est entraîné par le doseur d'acétylène et aspire ainsi l'air extérieur par la tubulure T' dans la chambre C'.

Il s'ensuit que les volumes relatifs des deux composants dans le mélange seront constamment proportionnels aux volumes relatifs des deux couronnes, lesquels sont entre eux dans un rapport invariable, puisque ces couronnes sont constituées par des parois rigides.

L'appareil est construit de telle façon que les dénivellations éventuelles de l'eau ne se fassent jamais sentir, entre des limites de niveau très étendues, que sur les prolongements des cellules ou tubulures, et n'influent en rien sur le dosage du gaz contenu dans la cellule même.

Nous avons supposé jusqu'ici que le volume des tubulures était négligeable par rapport à celui des cellules. Pratiquement ce n'est pas tout à fait exact, mais on peut remarquer tout de suite qu'il est facile de donner aux deux tubulures d'introduction d'acétylène et d'air, telles que *degh*, des volumes respectifs qui soient entre eux dans le même rapport que ceux des cellules correspondantes. Dès lors, les variations de niveau n'affecteront plus que les cellules extérieures telles que *abik* et n'exerceront, sur le dosage, qu'une influence absolument insensible.

Cet appareil, qui fonctionne déjà dans plusieurs usines importantes, et dans un certain nombre de gares de chemins de fer, notamment celles d'Hendaye, de Cerbère, de Morcenx et de Port-Sainte-Marie sur la Compagnie des Chemins de fer du Midi, a donné jusqu'ici d'excellents résultats.

D'ailleurs un doseur-mélangeur d'air nous paraît être le complément presque indispensable d'une installation d'éclairage à l'acétylène de quelque importance. En effet, l'emploi de cet appareil supprime à peu près complètement l'encrassement des brûleurs, augmente le rendement lumineux de ces derniers, enfin permet de distribuer l'acétylène sous une pression très faible et comparable à celle du gaz de houille dans les canalisations, ce qui présente un très grand intérêt au point de vue économique, car les chances de fuites et la dépense qui en résulterait sont ainsi très notablement diminuées.

André Binet,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

RÉSISTANCE DES MEULES D'ÉMERI ET DE CARBORUNDUM

Sur la demande de l'Association des Ingénieurs allemands, M. Grübler a entrepris, en vue de déterminer les vitesses admissibles pour les meules d'émeri et de carborundum, des expériences analogues à celles qu'il avait faites, en 1899, sur les meules de grès.

Ces essais ont eu principalement pour objet de fournir une base pour la modification des prescriptions ministérielles qui réglementent l'emploi des meules d'émeri, et limitent, actuellement, en Prusse, la vitesse linéaire à 25 mètres par seconde pour les meules à agglomérant végétal, et à 15 mètres par seconde pour les meules à agglomérant minéral.

Nous allons donner quelques détails (1) sur les expériences effec-

(1) D'après la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure.*

Digitized by Google

tuées, qui ont porté sur cinquante-quatre meules en émeri et trois en carborundum, ayant à peu près les dimensions suivantes :

Diamètre extérieur.	millimètres.	500
Épaisseur	—	50
Alésage	—	50 à 80

Le premier appareil employé aux essais consistait en une turbine à vapeur, fixée à la partie inférieure d'un arbre vertical, dont la partie supérieure portait la meule. La difficulté de centrer les meules, et la vibration qui en résultait, ont conduit l'auteur à adopter un dispositif différent (fig. 1) dans lequel la coïncidence du centre de gravité avec l'axe de rotation se trouve obtenue automatiquement par l'emploi d'un arbre élastique.

La meule M se trouve montée à la partie inférieure de cet arbre A, dont le diamètre est de 50 millimètres et qui, à sa partie supérieure, se trouve guidé dans deux coussinets montés sur un bâti en fer profilé assujetti sur une fondation. Cet ensemble permet de faire tourner la meule dans une fosse en béton de 1^m12 de profondeur et 0^m90 de largeur. Une poulie à corde P sert à l'entraînement, à l'aide d'un moteur électrique de 4 chevaux à 1 600 tours. Des rhéostats permettaient de varier la vitesse à volonté, et un tachymètre soigneusement étalonné, et commandé par engrenages, servait à la mesure de cette vitesse. Une aiguille mobile devant la graduation permettait de suivre les mouvements du tachymètre, et de déterminer avec précision la vitesse de rupture. La forme de la fosse, dans sa partie inférieure, avait pour objet de diriger les fragments vers le bas, et il ne s'est produit aucun accident au cours des essais, bien que la fosse soit restée ouverte.

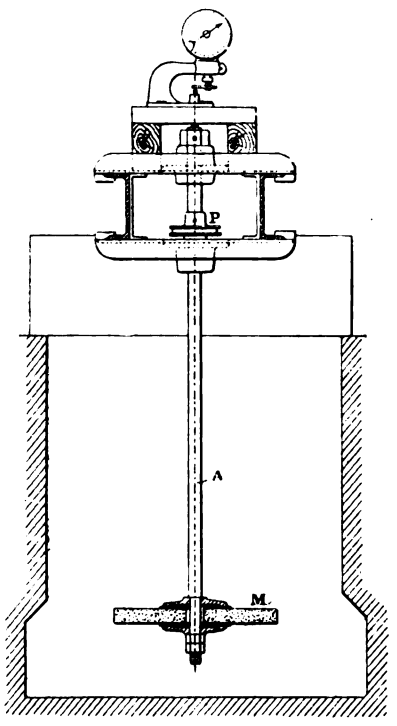


Fig. 1. — Appareil servant à déterminer la vitesse des meules au moment de la rupture.

L'expérience suivante (n° 1 du tableau ci-après) montre combien peuvent se trouver précaires les précautions présumées suffisantes pour des essais de ce genre; l'appareil, installé dans un sous-sol de l'École supérieure de Dresde, avait d'abord été disposé pour être commandé par une transmission; il avait dû, en raison des dispositions locales, être fixé le long d'un mur, qui devait protéger l'observateur pendant la lecture du tachymètre, et qui avait 1^m60 de longueur, 1^m40 de hauteur et 40 centimètres d'épaisseur. Ce mur, en pierre dure et mortier de ciment, fut traversé, au premier essai, par l'un des morceaux de la meule éclatée. Tous les essais suivants ont été faits à l'aide du dispositif de la figure 1. La meule était fixée à l'arbre entre deux disques de fer de 200 millimètres de diamètre extérieur, avec interposition de rondelles de carton de 1 millimètre d'épaisseur.

En élevant progressivement la vitesse du moteur, on constatait, à de rares exceptions près, des vibrations plus ou moins importantes. On remarquait nettement deux vitesses critiques, dont la plus basse résultait de l'élasticité de l'arbre et de la torsion des supports, le plan d'oscillation étant alors perpendiculaire à la longueur des supports; la plus élevée provenait d'oscillations dans un plan perpendiculaire au précédent, c'est-à-dire parallèle à la longueur des supports et provenait nettement de leur flexion. L'excentricité du centre de gravité de la meule par rapport à l'axe de l'arbre jouait un grand rôle dans ces vibrations; lorsque l'excentricité était faible, on dépassait facilement les vitesses critiques; mais avec une excentricité de 1 millimètre, par exemple, les vibrations étaient telles qu'il était impossible d'augmenter la vitesse avec le moteur ci-dessus; on y est quelquefois arrivé par une rapide augmentation du courant au moment où les vibrations étaient encore faibles, mais, dans quelques cas, il a fallu déterminer la position du centre de gravité de la meule pour le faire coïncider avec l'axe.

Lorsque les vitesses critiques étaient dépassées, la vitesse augmentait très rapidement, et il était nécessaire d'intercaler des résistances pour limiter l'accélération. A partir de 2000 tours par minute, on retrouvait des vibrations, plus sensibles à l'oreille, mais de faible amplitude et sans influence sensible sur l'augmentation de vitesse. Enfin, le moment de l'explosion de la meule était généralement précédé d'un instant d'arrêt du tachymètre, ce qui permettait de bien placer l'aiguille indicatrice et assurait la précision de la lecture.

Les meules se sont presque toujours cassées diamétralement, et l'observation des fragments non échappés a permis de voir que la cassure s'était faite de l'intérieur vers l'extérieur, ce qui est, d'ailleurs, conforme à la théorie. La plupart des meules étaient cassées en quatre fragments soit égaux (fig. 2, I et II), soit inégaux (III); jamais une meule ne s'est cassée en deux; la meule IV représente un cas particulier de rupture en trois morceaux avec partie centrale non échappée de l'arbre.

L'éclatement des meules donnait lieu à une vapeur bleuâtre, avec odeur de caoutchouc brûlé dans le cas des meules agglomérées au caoutchouc et avec odeur d'air ozonisé dans les autres cas. La plupart du temps, les rondelles de carton n'étaient pas déchirées et permettaient de suivre la trajectoire cycloïdale des morceaux. Le mode de fixation a été trouvé très satisfaisant, et on n'a jamais constaté de glissement.

Le tableau de la page ci-contre résume les résultats des essais; dans ce tableau :

V désigne un agglomérant végétal (ordinairement du caoutchouc);
M — — minéral (en général un ciment magnésien);
K — — céramique (terre cuite ou porcelaine, les meules étant cuites au rouge blanc);
A — — animal employé par la Tanite C° (déchets de cuir, etc.).

Les densités placées dans la treizième colonne du tableau ont été calculées comme suit. L'alésage et l'épaisseur de la douille donnent le

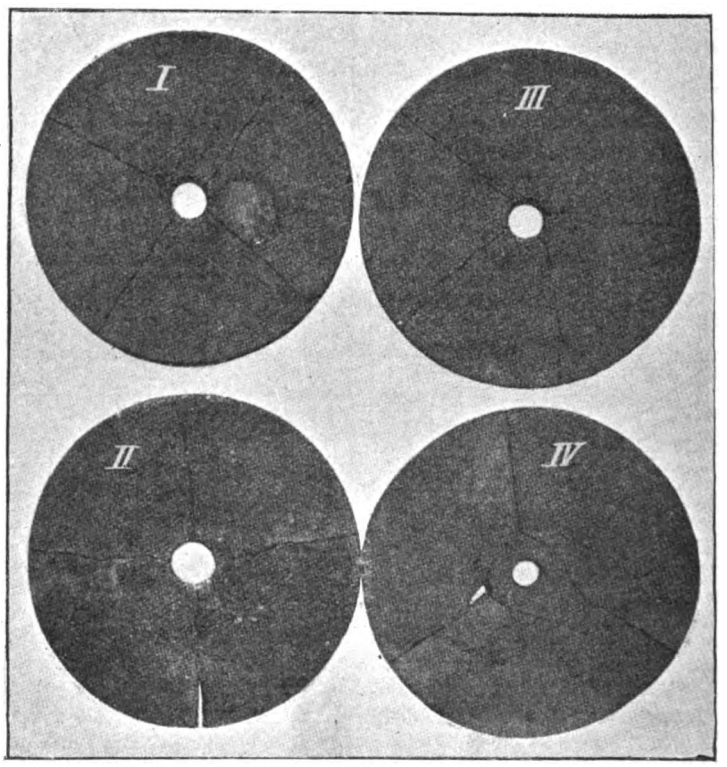


Fig. 2. — Meules éclatées montrant les lignes de rupture.

diamètre intérieur D_i de la meule, qu'on trouve à la neuvième colonne. D_a étant le diamètre extérieur de la meule, δ son épaisseur, G et G' le poids de la meule et celui de la douille, la densité de la matière qui forme la meule est :

$$\gamma = \frac{G - G'}{\frac{\pi}{4}\left(D_a^2 - D_i^2\right)\delta}.$$

Les valeurs ainsi obtenues sont très variables, non seulement en raison de la diversité des agglomérants, mais encore par suite de la proportion d'émeri dans la masse totale. La meule 14 (agglomérant céramique) a la plus petite densité (2,057); la meule 16 (agglomérant végétal) a la plus grande (3,323). Il est à remarquer que la résistance des meules est en raison inverse de leur poids spécifique, ce qui est d'ailleurs naturel.

Sauf dans deux cas, la densité des meules à agglomérant végétal est peu variable, ses limites étant 2,688 et 3,323; leur densité moyenne est 2,781. Celle des meules à agglomérant minéral varie de 2,41 à 2,946 avec une moyenne de 2,692; les meules à agglomérant céramique ont une densité qui varie de 2,057 à 2,468 avec une moyenne de 2,317.

Digitized by Google

TABLEAU INDIQUANT LES RÉSULTATS D'ESSAIS ET LES ÉLÉMENTS DES MEULES ESSAYÉES.

NUMÉROS	ORIGINE DE LA MEULE	MARQUE	AGGLOMÉRANT	DIAMÈTRE MOYEN DU GRAIN	VITESSE ORDINAIRE	DIAMÈTRE EXTÉRIEUR DE LA MEULE	ALÉSAGE	DIAMÈTRE EXTÉRIEUR de la DOUILLE MÉTALLIQUE	ÉPAISSEUR DE LA MEULE	POIDS DE LA MEULE	POIDS DE LA DOUILLE	DENSITÉ DE LA MEULE	VITESSE D'ÉCLATEMENT	VITESSE PÉRIPHÉRIQUE à l'éclatement	RÉSISTANCE DE LA MATIÈRE à la traction
				millim.	tours par min.	millim.	millim.	millim.	millim.	kilogr.	kilogr.		tours par min.	mètres par sec.	kilogr. par cm²
1	Vereinigte Schmirgel- und Maschinen-Fabriken A.-G., Hannover-Hainholz		V	1,9	950	501,0	60,3	—	51,5	28,82	—	2,880	4 210	110,44	269,4
2			»	»	»	502,0	60,5	—	51,0	28,44	—	2,859	4 060	106,71	249,6
3			»	»	»	501,7	60,6	—	51,6	29,04	—	2,889	3 920	102,97	234,9
4			M	0,9	570	502,6	60,4	—	51,3	24,52	—	2,445	3 700	97,37	177,9
5			»	»	»	502,6	60,6	—	51,4	24,23	—	2,427	3 760	98,64	181,0
6			»	»	»	502,0	60,5	—	51,8	24,36	—	2,411	3 850	101,19	189,2
7	Carl Lebert, Ludwigshafen a/Rh.	Magonit	»	2,0	1 000	501,0	82,6	—	53,7	29,61	—	2,888	2 820	73,98	121,6
8		»	»	»	»	501,3	80,7	—	54,2	30,23	—	2,901	3 040	79,80	142,1
9		»	»	»	»	501,0	80,5	—	54,3	30,10	—	2,886	2 960	77,65	133,8
10		Galvanit	V	»	»	501,0	81,2	—	52,0	28,69	—	2,874	3 780	99,16	217,4
11		»	»	»	»	500,1	79,7	92,0	53,8	30,02	0,74	2,868	4 060	106,32	250,2
12		»	»	»	»	500,4	81,2	—	52,6	28,80	—	2,860	4 060	106,37	248,9
13		Frappant	K	»	»	490,5	83,3	—	52,5	20,01	—	2,077	2 520	64,72	67,0
14		»	»	»	»	502,0	81,0	100,0	53,0	22,00	1,28	2,057	2 710	71,23	80,7
15	Naxos Union (Julius Pfungst), Frankfurt a/M.	A (Spezial)	V	1,0 bis 2,5	1 080	502,9	50,1	—	53,2	33,82	—	3,232	4 090	107,70	287,0
16		»	»	»	»	504,2	50,0	—	53,2	34,95	—	3,323	3 540	93,46	222,1
17		A	»	»	»	504,2	50,1	—	51,6	28.60	—	2,746	3 300	87,12	159,5
18		B	M	»	»	504,8	50,0	—	51,3	29,80	—	2,991	2 840	75,07	126,4
19		»	»	»	»	503,6	50,3	—	51,2	29,74	—	2,946	2 860	75,47	128,4
20		»	»	»	»	504,8	50,4	—	51,4	29,68	—	2,945	2 720	71,90	115,3
21		C (Rapid)	K	1,5	»	501,7	50,4	61,0	50,2	23,22	—	2,375	3 260	85,63	133,6
22		»	»	»	»	501,7	50,6	78,6	52,8	24,96	1,35	2,316	2 950	77,49	106,6
23		»	»	»	»	501,3	49,6	60,6	49,5	23,26	0,58	2,355	3 320	78,15	137,2
24	Mayer et Schmidt, Offenbach a/M.	Hidronite	M	1,73	1 100	496,6	60,3	70,3	49,8	26,07	0,45	2,698	2 960	76,96	122,5
25		»	»	»	»	496,9	62,0	69,2	50,0	27,29	0,28	2,841	3 470	90,28	177,8
26		»	»	»	»	500,4	62,0	69,0	50,0	27,25	0,33	2,790	3 280	85,94	158,1
27		Cornite	V	»	»	500,1	61,3	—	50,0	28,22	—	2,918	2 980	78,03	136,2
28		»	»	»	»	500,7	60,4	—	47,6	27,46	—	2,973	3 100	81,27	150,6
29		»	»	»	»	501,0	61,2	—	50,2	26,84	—	2,753	3 040	79,75	134,3
30		Pyronite	K	0,84	»	502,0	50,2	73,3	50,6	24,14	1,08	2,353	2 860	75,17	102,1
31		»	»	»	»	502,6	50,4	70,4	50,7	24,03	1,02	2,334	2 960	77,90	108,8
32		»	»	»	»	500,7	50,2	72,2	50,2	23,67	1,04	2,338	3 040	79,70	114,1
33	Schmirgelwerk Lippoldsberg, C. Wenck, Carlshafen	Universal	K	1,0 bis 1,5	1 100	494,3	52,4	62,4	51,7	21,32	0,38	2,145	2 710	70,14	80,9
34		»	»	»	»	483,5	51,5	58,5	52,6	21,24	0,35	2,195	2 960	74,94	94,5
35		»	»	»	»	494,0	52,4	63,0	52,3	21,40	0,30	2,140	2 850	73,72	89,2
36		Diamant	V	»	»	493,1	50,7	56,7	51,8	28,06	0,35	2,839	3 860	99,65	217,0
37		»	»	»	»	491,9	50,3	54,3	49,7	26,06	0,21	2,771	3 740	96,31	196,9
38		»	»	»	»	493,7	50,2	56,2	51,9	27,42	0,26	2,770	3 580	92,54	181,8
39	Burkhard et Co., Frankfurt a/M.	Herkules	»	0,8 bis 1,0	1 200	501,3	50,4	—	49,2	25,83	—	2,687	3 750	98,44	199,2
40		»	»	»	bis	500,4	50,5	—	50,6	27,42	—	2,784	3 660	95,89	195,9
41		»	»	»	1 500	499,7	51,7	—	50,9	27,43	—	2,764	3 800	99,43	209,2
42	The Tanite Comp., Stroudberg, U. S. A.		A			509,3	51,1	—	52,7	27,75	—	2,611	3 500	93,33	174,1
43			»			509,6	57,5	—	52,1	27,46	—	2,617	3 640	97,13	189,0
44			»			508,0	57,3	—	50,5	26,92	—	2,664	3 800	101,08	208,4
45	Norton Emery Wheel Co., Worcester, U. S. A.		K		1 145	506,4	57,0	66,0	52,3	25,64	0,35	2,443	2 720	72,12	97,4
46			»		»	508,3	63,6	71,6	52,5	26,12	0,59	2,445	2 700	71,86	96,8
47			»		»	510,2	63,6	69,6	51,9	26,09	0,38	2,468	2 620	70,00	92,8
48			»		1 250	507,1	45,0	51,0	51,3	24,46	0,31	2,355	2 760	73,28	96,8
49	The Carborundum Comp., Niagara Falls	Germania	V	2,2	1 080	498,5	50,2	56,2	50,0	27,93	0,23	2,875	3 360	87,70	179,3
50		»	»	»	»	500,1	50,2	57,2	49,6	28,57	0,26	2,945	3 560	93,21	195,9
51		»	»	»	»	498,1	50,0	53,0	51,8	26,98	0,15	2,688	3 560	92,86	177,4
52		»	M	1,7	»	488,6	50,0	61,0	54,8	28,33	0,54	2,747	3 280	83,91	151,7
53		»	»	»	»	491,5	50,0	62,0	52,8	27,64	0,52	2,751	3 280	84,41	150,2
54		»	»	»	»	498,2	50,0	60,0	52,7	28,80	0,51	2,793	3 360	87,64	164,4
55			K		955	504,2	50,0	64,0	50,2	22,09	0,68	2,223	3 500	92,40	145,4
56			»		»	502,6	49,4	63,4	49,5	20,92	0,40	2,173	4 340	114.21	217,4
57			V		»	501,7	70,4		51,2	22,31		2,302	3 600	94,56	158,0

Digitized by Google

Les tensions indiquées dans la dernière colonne ont été calculées par la formule suivante :

$$K = \frac{3\gamma u^2}{4g}\left[1+\frac{1}{3}\left(\frac{D_i}{D_a}\right)^2\right],$$

où γ est le poids spécifique,
u la vitesse circonférentielle,
D_i et D_a le diamètre intérieur et le diamètre extérieur.

On remarquera que, dans le cas d'un disque, cette tension maximum K correspond à la circonférence intérieure qui se trouve la plus fatiguée. La formule ci-dessus suppose, d'une part, que les allongements sont proportionnels aux tensions, d'autre part que le mode de fixation de la meule est sans influence sur la répartition des efforts. En réalité, la fixation de la meule augmente un peu la vitesse d'éclatement, mais d'une quantité que l'auteur estime peu importante.

Il y a lieu d'observer que l'agglomérant exerce une influence marquée sur la vitesse d'éclatement u.

Pour les agglomérants végétaux, on a :

$$78{,}03 \leqslant u \leqslant 110{,}44,$$

et la moyenne de vingt-et-une expériences donne :

$$u = 95{,}94 \text{ mètres par seconde.}$$

Pour les agglomérants minéraux, on a :

$$71{,}90 \leqslant u \leqslant 101{,}19,$$

et la moyenne de quinze mesures donne :

$$u = 84{,}01 \text{ mètres par seconde.}$$

Pour les agglomérants céramiques, on a :

$$64{,}72 \leqslant u \leqslant 85{,}63,$$

et la moyenne de quinze essais donne :

$$u = 74{,}48 \text{ mètres par seconde.}$$

Les différences de densité expliquent les variations dans la valeur de la vitesse d'éclatement. La résistance moyenne K à la rupture est de 200 kilogr. par centimètre carré, pour les agglomérants végétaux, 150 kilogr. pour les agglomérants minéraux, et 100 kilogr. pour les agglomérants céramiques. La solidité d'une meule ne dépend pas de la grosseur du grain; elle dépend principalement de la résistance de l'agglomérant, et de la proportion d'émeri que renferme la meule, celle-ci résistant d'autant mieux à l'éclatement qu'elle en contient moins; par contre, son pouvoir abrasif est d'autant plus grand qu'elle en contient davantage; les deux conditions sont donc contradictoires.

La densité de l'émeri est, en effet, voisine de 4, celle de l'agglomérant étant d'environ 2; le poids total d'une meule est donc :

$$G = V\gamma = V_e\gamma_e + V_a\gamma_a,$$

V_e, γ_e, V_a, γ_a étant respectivement le volume et la densité de l'émeri et de l'agglomérant,

$$G = V_e\gamma_e + (V - V_e)\gamma_a,$$
$$= V_e(\gamma_e - \gamma_a) + V\gamma_a,$$

et si on pose $\frac{V_e}{V} = \lambda$,

on a : $\gamma = \gamma_a + \lambda(\gamma_e - \gamma_a)$,

et comme $u = C\sqrt{\frac{k}{\gamma}}$

C étant une constante,

$$u = C\sqrt{\frac{K}{\gamma_a + \lambda(\gamma_e - \gamma_a)}}.$$

Or, on a dans tous les cas $\gamma_e > \gamma_a$,

de sorte que u diminue lorsque λ augmente.

Bien que le pouvoir abrasif doive diminuer lorsque la solidité augmente, on ne saurait tirer des essais ci-dessus aucune conclusion sur ce point, car la valeur d'une meule dépend, non seulement de la proportion d'émeri qu'elle contient, mais encore de l'adhérence des grains, de la façon dont se comporte l'agglomérant pendant le travail, etc. Des essais spéciaux pourraient seuls élucider ces divers points.

Si l'on adopte un coefficient de sécurité S, la tension maximum admissible est

$$k = \frac{K}{S},$$

et la vitesse linéaire maximum qu'il convient de ne pas dépasser est à peu près :

$$u = 11{,}44\sqrt{\frac{k}{\gamma}}.$$

Si on a affaire à un moteur dont la vitesse est susceptible d'augmenter d'une façon notable, il convient de prendre S = 10.

On trouve ainsi :

	V	M	K
γ =	2,781	2,692	2,317
K =	205,4	149,4	100,1
k =	20,54	14,94	10,01
u =	31,09	26,95	23,78 mètres par seconde.

Dans le cas d'un moteur régulier, on peut prendre S = 6, ce qui donne :

	V	M	K
u =	40,14	34,80	30,70 mètres par seconde.

On voit que ces limites sont notablement plus élevées que celles admises généralement; mais il faut supposer, bien entendu, que la meule est fixée de la même manière et centrée avec le même soin que pendant ces essais. Il est bon, suivant la pratique américaine, d'essayer pendant quelques minutes chaque meule avant usage, à une vitesse 10 à 20 % plus élevée que sa vitesse de régime.

L'auteur de ces essais fait remarquer en dernier lieu que la douille métallique est généralement irrégulière extérieurement, et qu'elle fatigue la surface intérieure de la meule; il recommande donc de la supprimer. Il conseille également de donner un grand alésage, ce qui procure une économie de matière sans influencer notablement (du moins dans d'assez larges limites), la résistance à la rupture.

F. D.

VARIÉTÉS

Résultats récents d'exploitation du canal de Kiel.

L'exploitation du canal « Kaiser Wilhelm » a été entravée jusqu'ici par de nombreux incidents, dérivant principalement des dimensions trop restreintes du canal et des garages, des courbes trop prononcées, du tirant d'eau rendu insuffisant par les moindres éboulements des talus, enfin du courant créé par l'écluse de Brunsbüttel (côté de la mer du Nord), que certains convois remontent très difficilement.

Les maçonneries du canal, surtout celles qui sont situées au-dessous du plan d'eau et qui reposent sur un terrain sablonneux, ont fortement souffert en beaucoup d'endroits. Par contre, l'exploitation n'a pas été gênée par le fonctionnement des installations mécaniques (manœuvre des portes d'écluses et des ponts tournants). La congélation est combattue par deux vapeurs brise-glaces et n'entrave qu'assez rarement la navigation, surtout celle des navires à vapeur; mais les brouillards sont fréquents (80 à 120 jours par an) et ont amené des collisions et des échouages.

Les accidents ont été notablement diminués par la création d'un service spécial de pilotage, qui fonctionne depuis avril 1900.

Voici (1) quelques renseignements statistiques complétant ceux que nous avons déjà publiés, en 1900 (2), et permettant de se rendre compte des améliorations réalisées.

La durée moyenne de la traversée, qui était primitivement, pour les vapeurs, de 9 h. 33, et, pour les convois remorqués, de 23 h. 48, a été ramenée pour ceux-ci à 19 h. 50; mais elle s'est élevée, pour les grands navires, à 11 ou 12 heures et même, en 1899-1900, à 14 h. 40, par suite de l'encombrement toujours croissant, de l'attente devant les ponts, des brouillards, etc. Un service de contrôle, récemment établi, permet maintenant de suivre la marche des navires, d'annoncer téléphoniquement, de poste en poste, leur passage, et d'être ainsi renseigné, à chaque instant, sur l'état d'encombrement de chaque section du canal, et d'y porter remède.

Le tableau ci-dessous montre la progression du nombre des navires et du tonnage depuis 1897-1898 :

EXERCICES	NOMBRE DES NAVIRES			EN PLUS	TONNAGE TOTAL	EN PLUS	
	VAPEURS	VOILIERS	TOTAL				%
1897-1898	9 396	13 712	23 108	»	2 469 795	»	»
1898-1899	11 005	14 811	25 816	2 708	3 117 840	648 045	26,2
1899-1900	11 277	15 002	26 279	463	3 488 767	370 927	11,8
1900-1901	12 269	16 776	29 045	2 766	4 282 094	793 327	22,8
1901-1902	12 554	17 507	30 061	1 016	4 285 301	3 207	0,08

Les principaux éléments du trafic sont : le charbon, qui est expédié d'Angleterre vers les ports russes et allemands de la Baltique; le granit et les calcaires de Suède; le fer, qui vient des ports du Danemark, de la Hollande ou de l'Angleterre; le bois, qui vient de Russie ou de Suède, et se dirige sur les ports du Rhin ou de la France; les grains, expédiés de Russie en Angleterre et en Hollande, ainsi que les

(1) D'après l'*Oesterreichische Wochenschrift*.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 26, p. 424.

Digitized by Google

chevaux; les minerais, soit arrivant de Suède à destination de l'Allemagne et des Pays-Bas, soit arrivant d'Espagne à destination de la Baltique.

Le tarif, fixé primitivement à 75 pfennigs par tonne, a été ainsi modifié depuis 1896 : la taxe par tonneau, pour le commerce international et pour les navires de plus de 400 tonneaux, a été réduite à 20 pfennigs; la taxe minimum a été abaissée de 10 à 6 marks pour les navires du commerce intérieur (cabotage); les navires sur lest bénéficient d'une réduction de 20 °/₀.

Le tableau ci-après résume les bilans des derniers exercices (un exercice s'étend du 1er avril au 31 mars suivant).

EXERCICES	RECETTES	DÉPENSES	DÉFICIT
	marks	marks	marks
1897-1898	1 300 018	2 278 283	978 265
1898-1899	1 634 337	2 036 737	432 400
1899-1900	1 850 763	2 168 537	317 770
1900-1901	2 174 640	2 489 728	315 087
1901-1902	2 169 569	2 471 290 (1)	301 721

(1) Il a été dépensé 233 773 marks pour élargissements et approfondissements du canal et allongement des garages.

Ces déficits persistants sont dus : aux grandes dépenses absorbées annuellement par l'entretien; à l'insuffisance des redevances payées par les convois remorqués, par rapport aux frais auxquels ils entraînent; au passage gratuit des navires de la marine militaire allemande. Il convient toutefois de mettre en regard de ces résultats financiers les avantages non seulement politiques, mais économiques, assurés à l'Allemagne par le canal de Kiel : trajet abrégé d'un jour pour les vapeurs, de trois jours pour les voiliers; naufrages fréquents dans les détroits du Danemark évités aujourd'hui par le passage dans le canal, etc.

Les prévisions actuelles sont, d'ailleurs, optimistes en ce qui concerne l'accroissement des recettes, et il est possible que l'équilibre financier de cette entreprise soit enfin réalisé dans un avenir prochain.

Cuve pour la préparation électrolytique du chlore.

La cuve électrolytique Mac Donald, dont nous donnons ci-dessous la description d'après l'*Engineering and Mining*, est employée depuis plus d'un an par une importante papeterie américaine pour la préparation du chlore nécessaire au blanchiment de la pâte à papier. Elle a donné toute satisfaction.

La cuve est en fonte, d'une seule pièce, avec deux cloisons de

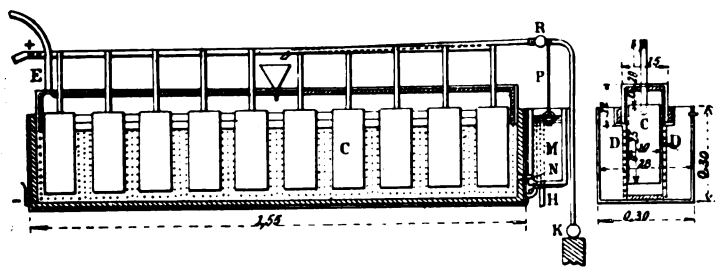


Fig. 1 et 2. — Coupes longitudinale et transversale de la cuve.

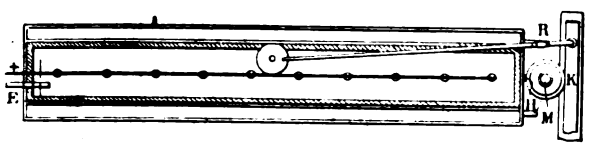


Fig. 3. — Plan de la cuve.

séparation longitudinales D perforées à raison de 75 trous par décimètre carré. Elle a 0m 30 × 0m 30 sur 1m 60 de longueur.

Le compartiment médian forme la cellule anodique. Il est fermé par un couvercle en fonte dans lequel les anodes sont scellées intérieurement; il est recouvert d'un enduit de ciment et peint avec un vernis à base d'asphalte ; ce couvercle repose sur les rebords supérieurs écartés des cloisons et il est scellé à bain de ciment de façon à éviter l'échappement du chlore. Les anodes C consistent en des blocs de charbon de cornue au nombre de 10 par cuve dans lesquels on a scellé des conducteurs en cuivre au moyen de plomb fondu, lequel recouvre la barre de cuivre dans la partie extérieure au charbon de façon à former une enveloppe protégeant le cuivre contre l'attaque du chlore. Les diaphragmes sont formés par des feuilles d'amiante collées sur un cadre en carton d'amiante au moyen de silicate de soude cimenté sur tout son pourtour contre les cloisons de fonte; les deux compartiments extérieurs forment donc cellules cathodiques et ce sont les cloisons elles-mêmes qui constituent la cathode.

La solution de sel marin est amenée dans la cuve par une conduite branchée sur la canalisation principale K ; le récipient M formant vase communicant avec la cuve par le conduit N indique à chaque instant la hauteur du liquide ; l'alimentation se fait automatiquement au moyen d'une valve R commandée par un flotteur au moyen d'une bielle P.

Le chlore produit dans la cellule anodique se dégage par E ; la solution alcaline contenant 16 à 18 °/₀ de soude caustique provenant de l'électrolyse et 3 à 4 °/₀ de sel marin ayant échappé aux réactions sort par le tuyau siphon H prenant à la partie inférieure de façon à éviter l'entraînement du gaz hydrogène. Actuellement cet hydrogène et cette soude sont perdus; mais dans de nouvelles installations ils seront utilisés ; pour recueillir l'hydrogène l'appareil devra subir quelques modifications peu importantes.

L'installation comporte 50 cuves semblables occupant une superficie totale de 20 mètres × 5 mètres. Avec un courant de 420 ampères sous 225 volts (4,5 volts par cuve) elle produit journellement 700 kilogr. de chlore gazeux, soit 5 kilogr. de chlore par cheval-vapeur électrique et par jour.

Avec le chlore produit dans des cuves analogues on compte pouvoir traiter économiquement des minerais d'or à gangue quartzeuse extrêmement pauvres comme ceux de Colorado City sur lesquels actuellement on fait agir le chlore naissant produit par l'action de l'acide sulfurique sur le chlorure de chaux.

Appareils pour la mesure des allongements dans l'essai des matériaux.

M. G. F. Summers décrit, dans l'*American Machinist*, un extensomètre très simple, que la figure 1 représente monté sur une éprouvette, et qui est formé d'un indicateur Starrett, fixé au collier inférieur, la vis de butée étant fixée au collier supérieur. Les deux colliers sont serrés sur l'éprouvette à une distance l'un de l'autre qui est connue (50 millimètres par exemple) et c'est par suite à cette longueur que se rapporte la mesure de l'allongement. Lorsque la vis de butée est serrée à fond, l'indicateur étant au zéro, les vis de fixation des colliers se trouvent précisément à cette distance.

Après avoir assujetti les colliers, on desserre la vis de butée

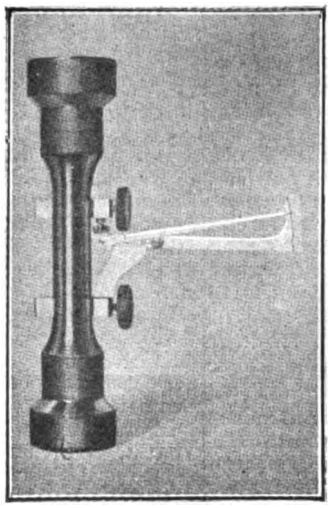


Fig. 1. — Ensemble de l'extensomètre.

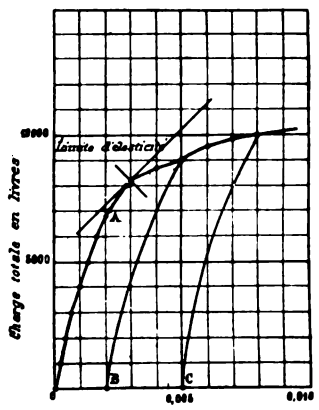


Fig. 2. — Diagramme d'essais.

jusqu'à ce que l'aiguille marque une division connue. On exerce la traction, et on peut lire directement les allongements sur le cadran : chaque division correspondant à $^1/_{1000}$ de pouce anglais (0mm 0254). On continue l'essai jusqu'à la limite d'élasticité, puis on enlève l'appareil pour procéder à l'essai de rupture.

La figure 2 est un diagramme ainsi obtenu à l'arsenal de Rock-Island en faisant l'essai sur un spécimen de bronze. Les points noirs indiquent les mesures habituelles ; les points blancs ont été relevés exceptionnellement pour montrer l'exactitude de la méthode. La charge a été enlevée en A, et l'indicateur est revenu au zéro; autrement dit, A se trouvait au-dessus de la limite d'élasticité ; la charge ayant été enlevée en deux autres points, l'indicateur est revenu en B et en C, accusant des allongements permanents de 0,002 pouce et 0,005 pouce. On trace les courbes au crayon, dans le laboratoire, au fur et à mesure que l'essai se poursuit, de sorte que, quelques minutes après la rupture, on se trouve en possession du résultat complet de l'expérience.

Il y a lieu de faire remarquer que l'appareil fournit des indications relatives à la couche superficielle, et non pas la moyenne des allongements; mais il n'en est pas moins de nature à donner des renseignements utiles.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Seance du 13 juillet 1903.

Chimie minérale. — *Sur l'action de l'oxyde de carbone sur le fer et ses oxydes.* Note de M. Georges CHARPY, présentée par M. H. Moissan.

Lorsqu'on chauffe du fer au-dessus de 750 degrés dans un courant lent de CO, il n'y a pas dissociation et le dépôt de carbone est pratiquement nul, mais si on opère au-dessous de 750 degrés le métal se carbure très nettement et il y a en même temps dépôt de C pulvérulent; la cémentation a pu être obtenue à 560 degrés.

La vitesse de cémentation n'augmente pas sensiblement pour les températures supérieures à 900 degrés; il n'y a cependant pas saturation, car, lorsqu'on prolonge suffisamment le contact du fer et de l'oxyde de carbone, on peut arriver à la séparation de graphite dans le métal.

La cémentation est limitée au contraire si, au lieu d'opérer dans un courant de gaz, on chauffe de l'acier en présence d'une quantité limitée d'oxyde de carbone; dans ces conditions, la carburation s'arrête lorsque la proportion d'anhydride carbonique formé atteint une certaine valeur.

En ce qui concerne l'action de l'oxyde de carbone sur les oxydes de fer, les expériences, qui ont été effectuées en chauffant du sesquioxyde de fer dans un courant continu d'oxyde de carbone, ont montré que la réduction est complète et laisse du fer métallique plus ou moins carburé à toutes les températures comprises entre 200 et 1 200 degrés; la réaction est plus rapide aux températures élevées. En opérant dans une nacelle de magnésie, on évite la formation d'un silicate de protoxyde de fer fusible et difficilement réductible qui se produit en présence de la porcelaine et on obtient la réduction complète à l'état de fer métallique au-dessus de 1 100 degrés.

Électricité. — *Sur la mesure des coefficients de self-induction au moyen du téléphone.* Note de M. R. DONGIER, présentée par M. Lippmann.

On peut utiliser plusieurs dispositifs pour compenser le décalage provoqué sur un courant alternatif sinusoïdal de pulsation $\omega = 2\pi N$ (N étant la fréquence) par une bobine de self-induction L :

1° On met en série avec le circuit de la self-induction le système composé d'un condensateur de capacité C et d'une résistance non inductive en dérivation aux bornes du condensateur, système qui provoque une avance de phase. On compense le retard de phase dû à la self-induction en accroissant d'une manière continue la résistance non inductive r_1 pour laquelle la compensation est réalisée; le coefficient de self-induction est $L = \frac{Cr_1^2}{1 + C^2\omega^2 r_1^2}$;

2° Au lieu de réunir les bornes de la capacité avec les extrémités de la résistance non inductive, on les met en communication avec les extrémités du circuit comprenant, disposées en série, la self-induction à mesurer et la résistance non inductive. En faisant varier d'une manière continue la grandeur de cette résistance, on parvient à annuler l'inductance du système total. On a $L = C(r_2^2 + L^2\omega^2)$ où r_2 représente la résistance de la portion du circuit comprise entre les deux bornes de la capacité;

3° Si l'on connaissait la fréquence du courant alternatif, chacune de ces relations pourrait servir au calcul de L. L'élimination de ω entre les égalités précédentes, conduit à l'expression très simple :

$$L = Cr_1r_2.$$

Cette expression permet le calcul de L en fonction des résistances r_1 et r_2, lesquelles, pour une même valeur de la fréquence, annulent l'inductance du circuit dans chacun des deux cas mentionnés.

On obtient la compensation en intercalant successivement chacun de ces dispositifs dans l'une des branches d'un pont de Wheatstone avec alternateur et téléphone; les autres branches du pont sont constituées par des fils métalliques tendus, associés ou non à des boîtes de résistance non inductives. L'extinction complète du son dans le téléphone dénote l'existence, dans son circuit, de deux courants sinusoïdaux, de sens inverses, présentant la même période, la même amplitude et le même décalage. Cette dernière condition est réalisée si les inductances des différentes branches du pont sont nulles.

L'auteur décrit l'appareil avec lequel il a pu arriver systématiquement à l'extinction téléphonique, c'est le monotéléphone de M. Mercadier, modifié comme il convient, selon qu'on veut mesurer des valeurs de self-induction faibles, moyennes ou grandes, et qui permet de trouver au $^1/_{200}$ près des valeurs de l'ordre de 10^{-2} Henry.

Géologie. — *Sur l'origine des plis et des recouvrements dans les Pyrénées.* Note de M. Joseph ROUSSEL, transmise par M. Michel Lévy.

L'auteur a déjà fait connaître les divers chevauchements survenus dans la ride du faîte des Pyrénées. Dans chacun des principaux plis de cette chaîne, il s'est produit des phénomènes analogues qui prouvent que les plis des Pyrénées sont de trois sortes : 1° les plis anciens dus au premier des ridements par lesquels la croûte terrestre se maintient au contact du magma fluide en voie de contraction; 2° les plis d'origine relativement récente, ayant pour noyau soit un paquet de gneiss, soit un paquet de schistes cristallins ou autres qui, en glissant, a soulevé les assises auxquelles il servait de substratum et les a disposées en pli; 3° les plis superficiels, plus récents encore, ayant pour substratum des strates plissées autrement et dus, le plus souvent, aux chocs produits par les détentes et leurs chevauchements.

L'étude de ces mouvements montre qu'ils ont tous pour cause unique la contraction du magma fluide central.

La croûte terrestre qui correspond aux Pyrénées avait pour appuis, du côté nord, la masse du Plateau central et des Cévennes et, du côté sud, le grand massif de la *Meseta* ibérique. Elle tendait sans cesse à se séparer de son substratum et s'en est détachée effectivement dans quelques-unes de ses parties.

On sait que, dans la plupart des montagnes, l'accélération de la pesanteur est plus faible qu'elle ne devrait l'être, soit qu'il existe dans ces montagnes des vides internes ou un déficit en matières lourdes. Or, l'observation des phénomènes de recouvrement, dans les Pyrénées, tend à prouver qu'à l'époque des grands chevauchements, certaines parties de la chaîne ont cessé de se maintenir au contact du magma fluide sous-jacent. Si cette observation se confirme, il suffira des indications du pendule, du séismographe et du magnétomètre pour connaître les régions exposées à des catastrophes prochaines.

Minéralogie. — *La cordiérite dans les produits éruptifs de la Montagne Pelée et de la Soufrière de Saint-Vincent.* Note de M. A. LACROIX, présentée par M. de Lapparent.

Les cas où la cordiérite est d'origine magmatique sont peu nombreux et peuvent même être discutés. Or, de nombreuses roches à cordiérite viennent d'être découvertes par l'auteur parmi les produits des éruptions actuelles de la Montagne Pelée et de Saint-Vincent. Ce minéral n'existe ni dans la lave actuelle de ces volcans, ni dans leurs laves antérieures en place; il constitue un élément essentiel de blocs de roches volcaniques inconnues *in situ* sous leur forme présente, rejetées par les grandes explosions. M. Lacroix distingue, parmi ces roches, trois types dans chacun desquels l'origine et le mode de formation de la cordiérite sont différents.

La présence, dans les produits du volcan de Saint-Vincent, de roches à cordiérite, offrant la plus grande analogie avec celles de la Montagne Pelée, apporte un élément nouveau pour la discussion de la parenté des magmas de ces deux centres volcaniques voisins.

Physiologie végétale. — *Influence du chlorure de sodium sur la transpiration et l'absorption de l'eau chez les végétaux.* Note de M. H. RICÔME, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les végétaux cultivés sur un sol riche en sels minéraux contiennent une proportion d'eau plus faible que ceux qui poussent sur un sol de constitution moyenne. Ce résultat ne tient pas nécessairement dans tous les cas à la même cause; il peut être dû, soit à une gêne dans l'absorption, soit à une exagération de la transpiration. L'auteur s'est proposé d'étudier la question à ce point de vue, en comparant l'absorption à la transpiration.

Des expériences qu'il a faites, il résulte que, d'une part, le chlorure de sodium extérieur à la plante entrave l'absorption de l'eau par les racines; d'autre part, ce sel contenu dans les tissus ne diminue pas, au moins d'une façon très notable, la transpiration. Cette double constatation est en accord avec le fait que les végétaux des sols salés sont protégés contre une transpiration trop active.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AGRICULTURE

Matériel agricole pour les colonies. — *L'Engineer*, du 12 juin, consacre un supplément de seize pages à la description du matériel agricole construit en Angleterre, et qui, d'après l'auteur, se compare avantageusement au matériel américain.

Il passe ainsi en revue les machines à battre, les machines à décortiquer le maïs, les élévateurs de paille, les faucheuses, les moissonneuses-lieuses, les charrues simples et multiples, les appareils de labourage à la vapeur par treuil ou par traction directe, les défonceuses à vapeur; enfin divers appareils accessoires tels que râteaux, concasseurs, etc.

CHEMINS DE FER

Freinage du bogie des locomotives de l'État belge. — Jusqu'à ces dernières années, les roues motrices et accouplées des locomotives recevaient seules l'application du frein. Les roues porteuses, et notamment celles des bogies de machines à grande vitesse, en étaient dépourvues, en raison de la complication qu'aurait entraînée l'installation d'un frein continu sur l'avant-train. Mais quelques compagnies de chemins de fer reconnurent que les vitesses et les charges actuelles des trains de voyageurs nécessitaient, dans la majeure partie des cas, de soumettre au freinage la totalité du poids des locomotives. Il est à remarquer en effet que la proportion de poids enrayé des machines est moindre que celle relative aux tenders et aux voitures, dont toutes les roues sont généralement munies de sabots. Sur l'État belge, le bogie des locomotives représente 7 à 8 °/₀ de la charge totale du train, échappant au freinage, ce qui n'est pas négligeable. Aussi l'Administration susdite entreprit-elle l'étude du freinage des bogies aux machines express, afin de pouvoir, lors des arrêts, détruire la force vive du convoi entier, en agissant directement sur la totalité du poids de tous les véhicules. Le *Bulletin du Congrès des chemins de fer*, du mois de juin, contient quelques détails concernant l'application du frein Westinghouse aux bogies des locomotives précitées.

Sur le châssis du truck porteur sont fixés deux cylindres à frein, horizontaux, à double piston, alimentés par un réservoir auxiliaire qui supporte la triple valve. Ces deux derniers organes sont boulonnés au châssis de la locomotive. La triple valve est reliée aux cylindres à frein par un boyau d'accouplement en caoutchouc, dont la flexibilité permet les déplacements relatifs du châssis principal de la machine et du bâti du bogie.

Avec une pression d'air de 5 kilogr. dans la conduite générale, les quatre sabots exercent sur les roues une pression totale de 11 000 kilogr., ce qui représente les deux tiers du poids intéressant les essieux du bogie. Ce freinage supplémentaire a permis de réduire les longueurs nécessaires pour l'arrêt des trains. Des essais méthodiques vont être entrepris sur le réseau de l'État belge pour déterminer exactement la valeur de cet important avantage.

ÉLECTRICITÉ

La régulation des alternateurs. — M. A. BEHREND a lu devant l'American Institute of Electrical Engineers un mémoire que reproduit l'*Electrical Review*, du 30 mai, et dans lequel il montre que les méthodes qui ont pour point de départ la courbe de court-circuit donnent des résultats discordants : la méthode du docteur Behn-Eschenbourg, la plus exacte, donne des résultats trop faibles, et la méthode du Comité de l'Institut donne des résultats trop forts.

L'auteur, admettant qu'il n'existe aucune méthode précise, expose quelques procédés empiriques qui permettent de réduire la chute inductive : emploi d'un grand entre-pôles pour réduire les fuites (la présence de cette dispersion est une cause d'infériorité dans les alternateurs homopolaires) emploi d'un induit étroit, et d'un grand nombre d'encoches par phase et par pôle.

Il expose l'application du diagramme vectoriel pour la dermination de la chute de tension avec un facteur de puissance quelconque, lorsqu'on connaît la chute pour le facteur de puissance zéro et le même courant.

Il reconnaît, enfin, que si la courbe de saturation

Digitized by Google

et la courbe de court-circuit ne fournissent pas tous les éléments pour l'étude précise de la régulation, elles sont néanmoins d'un grand secours, et il expose même une application qu'il en a faite à l'essai des dynamos à courant continu.

Sur les distributions d'énergie électrique pour force motrice. — M. Saint-Martin publie, dans le *Bulletin technologique* (mars et avril), une étude très documentée sur la distribution d'énergie électrique pour force motrice, dans laquelle il envisage principalement les conditions actuelles de production d'énergie et la détermination du prix de revient réel des diverses formes de cette énergie.

Dans la première partie de son travail, il indique les conditions actuelles des transports de force et fait ressortir les avantages spéciaux que présente, dans ce cas, l'emploi de l'électricité. Il examine, dans la seconde partie, les conditions économiques de la production de l'énergie électrique et détermine le prix de revient actuel des stations centrales d'éclairage, ainsi que celui qu'il est permis d'envisager par la construction de grandes usines génératrices distributives de force motrice.

Étudiant ensuite le prix de revient de la force motrice chez les particuliers, l'auteur passe successivement en revue la production d'énergie par stations centrales privées, par moteur à vapeur, par moteur à gaz et par moteur à air comprimé. Dans la comparaison qu'il est amené à faire entre la force motrice produite par les machines thermiques et l'énergie électrique, M. Saint-Martin montre qu'avec des tarifs décroissants pour l'électricité : de 0 fr. 30 à 0 fr. 20 le kilowatt-heure pour les petits moteurs, jusqu'à 0 fr. 15 ou 0 fr. 10 pour les grosses puissances, c'est-à-dire de 0 fr. 22 à 0 fr. 15 et de 0 fr. 11 à 0 fr. 074 par cheval-heure électrique, l'emploi des moteurs thermiques dans la plupart des ateliers, n'aurait plus aucune raison d'être.

L'auteur ne voit aucun empêchement à la réalisation de ces tarifs de vente en France, surtout dans les régions industrielles qui possèdent des sources économiques d'énergie : chutes d'eau, houille à bon marché, etc. D'après lui, on y arriverait certainement en créant, dans ces régions industrielles, des usines génératrices d'électricité, *des stations régionales* qui seraient destinées à la distribution en grand de l'énergie électrique, dans un rayon maximum d'une centaine de kilomètres autour d'elles. M. Saint-Martin étudie, dans la quatrième et dernière partie de son travail, la création de ces stations régionales d'électricité.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

Les développements de l'industrie dans le sud de la Bavière. — A l'Assemblée générale du « Verein deutscher Ingenieure », M. Lossow a fait, sur l'histoire de l'industrie dans le sud de la Bavière, une conférence que reproduit la *Zeitschrift des Vereines*, du 4 juillet.

Il rappelle les noms et retrace la carrière des trois hommes qui, un siècle auparavant, représentaient, dans ce pays, la science appliquée : Utschneider, Reichenbach, Fraunhofer; puis il passe en revue les inventions et applications industrielles les plus remarquables : les travaux optiques et astronomiques de la maison Steinheil, qui a construit, en 1859, le premier spectroscope, pour Kirchoff et Bunsen; les instruments de précision de la maison Riefler; les progrès de la fonderie d'art, de la technique théâtrale à Munich; enfin l'industrie minière et la construction des machines (machines à vapeur de la maison Maffei, moteurs Diesel, installations frigorifiques du professeur Linde, réalisées par la Maschinenfabrik d'Augsbourg, progrès des chemins de fer, etc.).

MÉCANIQUE

Manutention de 160 tonnes de charbon à l'heure. — Dans l'*Iron Age* du 4 juin, se trouve une description détaillée d'une installation récemment faite par la Luick-Belt Engineering C° à Sparrow's Point (États-Unis) pour le compte de la Maryland Steel Company en vue d'assurer l'approvisionnement de 50 000 tonnes de charbon et le service nécessaire pour alimenter sans interruption quatre batteries de fours à coke traitant 1 600 tonnes de charbon criblé en vingt-quatre heures. Le concassage de ces 1 600 tonnes en fines de 25 millimètres et au-dessous, leur criblage et le chargement des fours se font pendant les dix heures de travail diurne, ils ne sont en rien gênés par les opérations d'emmagasinage qui peuvent se faire de façon à recevoir simultanément le chargement de quatre wagons.

Le système qui a été adopté est celui d'un pont de chargement, au-dessous duquel le charbon est déposé, pivotant autour d'un axe vertical et décrivant un demi-cercle complet, ce pont a une portée de 85 mètres, sa benne, manœuvrée électriquement, a une capacité de 2 tonnes.

L'appareil transporteur emploie quatre trémies montées sur trucks alimentant automatiquement et avec un débit déterminé des convoyeurs constitués par des raclettes mobiles qui desservent les concasseurs, les cribles et les fours. La puissance totale absorbée, quand toutes les machines sont en opération, est de 120 chevaux.

MÉTALLURGIE

Roue à rayons sans soudure. — Dans son numéro du mois de mai, l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, décrit un procédé de fabrication de roues à rayons sans soudure, du système Ehrhardt, mis récemment en pratique en Allemagne. Jusqu'à présent, on n'avait pu fabriquer, d'un seul bloc, par forgeage et laminage, que les roues à toile pleine. Il est à peine besoin de rappeler les avantages des roues sans soudure et notamment leur résistance plus grande et leur poids plus faible. Ces avantages justifient les applications que les chemins de fer de l'État prussien ont déjà faites de ces organes à un grand nombre de wagons et de tenders.

Chaque roue est tirée d'un lingot d'acier ayant la forme d'une galette renflée en son centre, pour l'amorce du moyeu. Un pilon de 15 tonnes produit l'écrasement du bloc et l'ébauchage des rayons et de la jante en une seule pièce. La jante est ensuite laminée circulairement et une presse découpe, par poinçonnage, les bavures de métal qui subsistent entre les rayons. Il ne reste plus qu'à aléser le moyeu, préalablement débouché par le forgeage, et à tourner la jante. Il y a lieu de noter que l'étirage de la matière, dans ce procédé de fabrication, se fait toujours suivant le sens dans lequel s'exerce l'effort pendant la marche. L'acier employé à la confection de ces roues présente une résistance à la traction de 40 à 50 kilogr. par millimètre carré et un allongement de 25 à 30 %. Le traitement thermique ne dénature aucunement le métal, ainsi qu'on a pu s'en rendre compte par des essais, soit au choc, soit à la traction, tant avec des éprouvettes que sur des pièces entières. Enfin, il convient de noter que les roues Ehrhardt sont plus légères d'environ 1/5 que les roues à rayons soudés, en fer, de même diamètre.

MINES

Extraction de l'or en Australie pendant l'année 1902. — L'*Engineering and Mining*, du 6 juin, publie une étude de M. Donald Clark relative à l'industrie de l'or en Australie pendant l'année 1902.

Il fait d'abord un relevé de la production par États et montre qu'au total il y a eu augmentation notable sur 1901 (125 000 kilogr. au lieu de 115 000) et que cela est dû surtout à l'amélioration des méthodes de traitement et à l'emploi de procédés modernes; il resterait cependant encore beaucoup à faire dans le Queensland et le Victoria Oriental.

L'auteur étudie successivement dans chaque État la nature du minerai, les difficultés rencontrées dans son extraction, le traitement et les conditions économiques de chacune des grandes exploitations. Il entre dans quelques détails au sujet des procédés nouveaux ou nouvellement appliqués et indique les résultats qu'ils ont donnés. A l'article sont annexés des tableaux donnant la production des principales mines, le prix de revient de l'extraction et du traitement dans quelques-unes de ces mines et aussi les dividendes qu'elles ont distribués à leurs actionnaires.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Comparaison entre le coke de four et le coke de cornue. — M. E. A. Uehling rapporte dans l'*Iron Age*, du 11 juin, le résultat des essais qu'il a faits pour comparer la valeur du coke de four et du coke de cornue employés dans les opérations métallurgiques. Dans l'esprit de l'auteur il s'agissait surtout de combattre les préjugés et l'ignorance à cause desquels le coke de cornue passe pour être impropre aux usages métallurgiques. Cette opinion est due surtout à ce fait que le coke de cornue n'a pas l'aspect brillant et métallique et que les sous-produits ayant été récupérés il doit s'être appauvri en carbone de tout ce qui a passé dans les sous-produits. Une observation superficielle montre, d'ailleurs, qu'en général le pouvoir calorifique d'un coke de cornue est inférieur à celui d'un coke de four mais cela tient à ce qu'il n'est pas fait avec des houilles de même origine et à ce que le premier est beaucoup plus humide que l'autre; il a été, en effet, éteint avec de l'eau au sortir des cornues. D'après les expériences de l'auteur faites sur un haut fourneau, il n'en est plus de même si le coke est fait avec la même houille et si on prend la précaution de défalquer tout ce qui est relatif à l'humidité dont l'excès peut, d'ailleurs, être évité dans le cas de la pratique industrielle courante.

L'auteur indique comment ces essais industriels ont été faits; il étudie, en outre, pour les deux sortes de coke, les effets de l'humidité, de la variation de densité (qui est supérieure de 10 % pour le coke de cornue, ce qui nécessite des dimensions moindres du haut fourneau) sur la marche du haut fourneau, la température du vent, la composition des gaz sortants, le rendement en fonte, la consommation en fondant, combustible et minerai, et montre sans peine qu'en ce qui concerne le haut fourneau seul il y a avantage à employer le coke de cornue; on a en outre le bénéfice résultant de la vente des sous-produits, qui ont été recueillis ou de ce que ce bénéfice supplémentaire ayant été réalisé le coke a pu être acheté à un prix plus bas.

La fumée et la détermination de sa densité. — L'*Electrical Review*, du 30 mai, reproduit une communication de M. A. A. Cary, dans laquelle il explique d'abord les phénomènes qui accompagnent la formation de la fumée, par comparaison avec la distillation de la houille dans les cornues à gaz. La fumée est constituée par quatre sortes de particules : du charbon résultant d'hydrocarbures incomplètement brûlés; du goudron; de la vapeur, et des poussières entraînées par le tirage.

L'auteur expose les méthodes d'analyse de la fumée, qui sont délicates et incertaines, mentionne les procédés photographiques ou photométriques quelquefois employés pour la mesure de son intensité, et conclut en faveur de l'observation directe, qui constitue à son avis la méthode la meilleure.

Il indique les diverses échelles employées en Angleterre et en France pour l'estimation de l'intensité, et décrit les échelles comparatives de Ringelmann et de Donkin.

Il décrit enfin les appareils enregistreurs, et en particulier un appareil semi-automatique de son système, dans lequel le déplacement, à la main, d'un levier sur un secteur à encoches détermine l'enregistrement de l'intensité sur un tambour actionné par un mouvement d'horlogerie.

Nouvelle locomotive à grande vitesse. — En vue du mouvement intense de voyageurs qui va se produire, l'année prochaine, entre Chicago et Saint-Louis, où se tiendra une exposition universelle, la Compagnie du Chicago and Alton Railway a fait construire deux locomotives d'un type nouveau, qui sont décrites dans l'*Engineering News*, du 28 mai, et qui, modifiées selon les résultats qu'elles donneront aux essais, serviront de modèles définitifs pour les autres machines à construire. Ces locomotives traîneront des trains de douze voitures pesant 675 tonnes, à la vitesse moyenne de 72 kilom. à l'heure. Elles sont du type 4-6-2, les roues d'avant, montées sur bogie, ont 0m 81 de diamètre; les roues d'arrière, qui ont 1m 05, sont montées sur un truck d'arrière, disposé de façon à permettre le passage facile dans les courbes. Une des particularités de ces machines, c'est qu'elles sont munies d'un dispositif permettant de reporter sur les essieux moteurs une partie de la charge de l'essieu d'arrière; on augmente ainsi le poids adhérent de 6 000 kilogr. Les dispositions qui permettent d'obtenir ce résultat sont données en détails.

Les joints circulaires des viroles de la chaudière sont soudés et rivés; les joints longitudinaux sont à couvre-joints intérieurs et extérieurs à doubles rangées de rivets.

Les principales données numériques relatives à ces locomotives ainsi que le type et la nature de ses principaux organes, sont résumés dans un tableau annexé à l'article. D'après ces renseignements, ces machines seraient les plus puissantes et les plus lourdes des locomotives qui aient jamais été construites pour trains de voyageurs.

Digitized by Google

TRAMWAYS

Nouveau réseau des tramways de Marseille. — Depuis l'application de la traction électrique aux tramways de Marseille et l'ouverture récente à l'exploitation de lignes nouvelles, ce réseau est devenu l'un des plus importants de France. Son développement actuel est de 106 kilom. Ses lignes mettent en communication le centre de la ville et les faubourgs; quelques-unes même, d'une longueur atteignant 10 kilom., desservent la banlieue de Marseille. Un tarif unique de 0 fr. 10 par voyageur y est appliqué, quelle que soit la distance; aucune correspondance n'est délivrée pour le passage d'une ligne à une autre. La *Revue générale des Chemins de fer* donne, dans son numéro de mai, la description des installations mécaniques et électriques, faites par la Société alsacienne de Belfort qui ont déjà été décrits dans le *Génie Civil* (1) et quelques détails sur l'exploitation.

Les voitures automotrices peuvent contenir 21 places d'intérieur et 28 de plate-forme. Elles sont équipées d'électromoteurs Thomson-Houston de 25 à 35 chevaux et sont munies d'un frein à main et d'un frein électromagnétique Sperry. On a utilisé comme voitures de remorque les anciens véhicules à traction animale. La prise de courant se fait à l'aide de trolleys. La Compagnie des tramways de Marseille a mis aussi en service des omnibus électriques, sans rails, qui reçoivent le courant par un câble souple relié à un petit chariot automoteur roulant sur le fil conducteur C'est une nouvelle application, à un service public, d'un système de traction intéressant, qui commence à se répandre tant en France qu'à l'étranger.

DIVERS

Reproduction des dessins au trait et des cartes géographiques. — On connaît l'existence, dès 1560, d'un atlas, gravé sur bois, de l'empire germanique; mais c'est plus généralement sur cuivre qu'ont travaillé les artistes des siècles suivants, jusqu'à la mise en pratique des nombreux procédés lithographiques actuels.

M. Hesse examine, dans l'*Oesterreichische Wochenschrift*, du 6 juin, successivement les procédés basés sur la reproduction manuelle et ceux qui dérivent de la photographie.

De la première catégorie (lithographie et gravure sur cuivre) la lithographie seule, moins fine, mais plus économique, est aujourd'hui généralement employée. L'auteur passe en revue les manières d'obtenir, dans la lithographie, le cliché original sur lequel on tire ensuite les reports qui servent au tirage des épreuves : soit par gravure, par dessin à la plume ou au crayon lithographique, soit par les reports sur papiers spéciaux.

Les procédés photographiques ont le grand avantage de reproduire le dessin donné à une échelle qu'on peut choisir, de sorte que la finesse du trait et des inscriptions n'est plus limitée par l'habileté manuelle du lithographe. M. Hesse insiste sur les qualités nécessaires à un bon original sans lequel on ne peut obtenir qu'un mauvais travail, et décrit les manipulations de la photo-lithographie, de la *photoalgraphie* (où l'on utilise une plaque d'aluminium au lieu d'une pierre), de l'héliogravure, et des papiers photographiques positifs, spécialement de ceux au platine. Il termine en indiquant les modes de reproduction les plus usuels par tirage direct sur papier (ferrocyanure, mélagraphie, etc.).

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 15, p. 229.

Ouvrages récemment parus.

Histoire des Classes ouvrières et de l'Industrie en France de 1789 à 1870, par E. Levasseur, membre de l'Institut, administrateur du Collège de France. *Deuxième édition* (entièrement refondue). — Tome premier. — Un volume in-8° de 750 pages. — A. Rousseau, éditeur, Paris, 1903. — Prix : 12 fr. 50.

En 1867, notre éminent collaborateur M. E. Levasseur, membre de l'Institut, avait publié en deux volumes, l'*Histoire des Classes ouvrières en France depuis 1789 jusqu'à nos jours*. Depuis une vingtaine d'années il a repris ce sujet et refondu entièrement son travail en vue d'une seconde édition, qui se composera également de deux volumes.

Le premier volume vient de paraître et la matière qu'il contient a plus que doublé. Il comprend les trois premiers livres de l'ouvrage :

1° *La Révolution* dont, comme le dit l'auteur dans sa préface, l'œuvre législative de la Constituante, la politique économique de la Convention et l'expérience des assignats forment le fonds principal;

2° *Le Premier Empire* (avec le Consulat), qui a constitué l'organisation administrative et industrielle de la France, relevé l'industrie, mais imprimé une direction factice au commerce et à la manufacture par le blocus continental;

3° *La Restauration* qui a maintenu la tradition administrative de l'Empire, gouverné avec la haute bourgeoisie et l'Église et constitué le régime douanier protectionniste, période pendant laquelle le développement de la grande industrie et le début des machines ont suscité la première éclosion de systèmes socialistes.

Dans chacune de ces périodes, l'auteur a étudié les lois et les institutions, l'état technique et géographique de l'industrie, les progrès de son outillage et de sa production, l'influence exercée par l'art et la science sur son développement, le crédit et ses effets sur la création de la richesse, sur la direction et l'essor des entreprises industrielles, et sur l'exécution des travaux publics ayant un intérêt économique, sur le régime commercial, et en particulier sur les systèmes douaniers qui déterminent en partie la direction des entreprises.

Cet ouvrage rassemble ainsi et condense, en quelque sorte, plusieurs lignes de l'histoire économique : législation, industrie, salaires, instruction populaire, douanes, théories sociales, lesquelles s'enchevêtrent, se complètent et s'expliquent les unes les autres.

Dans chaque livre un chapitre est consacré à l'historique de la question.

Voici, à titre de spécimen, le sommaire du chapitre du second livre, intitulé *La Science et l'Art dans l'Industrie :*

Rétablissement de la sécurité et du crédit; — la Société d'encouragement pour l'industrie nationale; — Activité du premier Consul; — Luxe de la cour; — les Expositions et la reprise des affaires; — Union de la science et de l'industrie pour le perfectionnement des moyens de production par la chimie; — la Mécanique dans l'industrie textile; — Classification des industries; — Métallurgie et industries préparatoires mécaniques; — les Industries préparatoires chimiques; — l'Agriculture et l'alimentation; — les Industries textiles; — Laine; — Coton; — Chanvre et lin; — Soie; — Industries diverses; — l'Art et les artistes; — Rapports de l'art et de l'industrie.

Fleuves, Canaux, Chemins de fer, par Paul Léon, avec une introduction de Pierre Baudin, député, ancien ministre des Travaux publics. — Un volume in-18° jésus, avec cinq planches hors texte. — Armand Colin, éditeur, Paris. — Prix : broché, 4 francs.

La récente élaboration du nouveau programme des grands travaux, qui, après avoir été voté par la Chambre, l'a été également par le Sénat, mais avec de considérables réductions, a appelé l'attention publique sur l'état des voies de communication en France, et sur l'utilisation de nos divers moyens de transport. Chargé en 1901, par le ministre des Travaux publics, d'une mission en France et en Allemagne pour l'étude du trafic et de l'outillage des voies de navigation intérieure, M. Léon a pu procéder à de minutieuses enquêtes auprès des services publics, des Chambres de commerce, des principaux intéressés. Les témoignages qu'il a recueillis montrent la nécessité de mettre un terme à l'hostilité de nos deux industries de transport : navigation et chemins de fer, dont le commerce national paie depuis trop longtemps les frais.

Après avoir fait l'historique des voies navigables, depuis la création des chemins de fer, l'auteur expose la situation de la navigation intérieure en France, en 1901, et le programme des grands travaux projetés pour l'améliorer. Il fait ensuite ressortir les conditions défectueuses dans lesquelles s'effectue actuellement le raccordement des voies ferrées et des voies navigables, question qu'il avait déjà sommairement traitée dans le *Génie Civil* (1). Enfin, il termine en donnant de nombreux détails sur l'outillage économique du Rhin allemand et en montrant la lutte, impuissante d'ailleurs, que les chemins de fer prussiens soutiennent contre la navigation rhénane.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 6, p. 88.

INFORMATIONS

Concours pour un système d'ascenseurs à bateaux sur le canal du Danube à l'Oder.

A l'occasion du projet d'exécution d'un certain nombre de voies navigables nouvelles en Autriche, le Gouvernement de ce pays est très désireux de résoudre, de la façon la plus pratique le problème de franchir les grandes altitudes.

Dans ce but et pour s'assurer la collaboration la plus complète du monde technique, le Ministère du Commerce, à Vienne, vient d'ouvrir un concours international pour la construction d'ascenseurs de bateaux à grande altitude.

Il s'agit d'établir le projet complet d'un ascenseur pour bateaux capable de franchir la différence de niveau de 35m 9 que présente le canal du Danube à l'Oder, près de la ville de Prerau, en Moravie.

Cet ascenseur devra, tout en nécessitant une consommation d'eau aussi faible que possible, assurer un service économique des bateaux sur le canal.

Les prix pour les trois meilleurs projets sont de 100 000, 75 000 et 50 000 couronnes (1); une prime de 200 000 couronnes sera allouée, en outre, à l'auteur d'un projet adopté dans le cas où l'exécution en serait confiée à une autre personne et si l'œuvre donne satisfaction pendant deux ans.

Le dernier délai pour le dépôt des projets est le 31 mars 1904.

Institut national Agronomique.

Liste des candidats admis à l'Institut national Agronomique à la suite du concours de 1903.

1 Schindler; - 2 Béguinot; - 3 Mahoudot; - 4 Eugène Lefèvre; - 5 de Rougemont; - 6 Budin; - 7 André Lefebvre; - 8 Barthelain; - 9 de Choin; - 10 Lavauden et Scheffler; - 12 Bartmann, Bretagne et Cau; - 15 Boulangé; 16 Hileret; - 17 Offant; - 18 Marsat; - 19 Hirschauer; - 20 Malère.

21 Chobillon; - 22 Marc Bresson; - 23 Bonnafont; - 24 Lorne; - 25 Ehrmann; - 26 Carnavant; - 27 de Miffonis; - 28 Poirée; - 29 Nus; - 30 Montariol; - 31 Batier; - 32 Fricourt et Machefel; - 34 Le Roux; - 35 du Souich; - 36 Martin; - 37 Noblet et Romain; - 39 Maillard; - 40 Auguste Bezine, Dieu et Roger.

43 Chevalier; - 44 Ducro; - 45 Fontanel et Huet; - 47 Castre et Pozzi; - 49 de Belenet; - 50 Serot; - 51 Judice; - 52 Depoix; - 53 Barrué; - 54 de la Motte de la Motte-Rouge et Rousset; - 56 Guittonneau; - 57 de Dampierre; - 58 Guignot et Vinet; - 60 Hénocque.

61 Bécus; - 62 Granvigne; - 63 Truffinet; - 64 Gasquet; - 65 Sorel; - 66 Charles Bresson; - 67 Brun et Reynier; - 69 Gisquet; - 70 Quintin; - 71 Verrolot; - 72 Fernet et Le Maître; - 74 Vidil; - 75 Sonnet; - 76 Lemoigne; - 77 Ménager, Solanet et Tharreau; - 80 Roumain de la Touche.

Varia.

Congrès international de laiterie. — Un Congrès international de laiterie aura lieu à Bruxelles les 8, 9 et 10 septembre 1903. Le Comité français de ce Congrès est ainsi constitué :

Président : M. le docteur H. Ricard, Sénateur de la Côte-d'Or;

Secrétaire général : M. J. Troude, Professeur à l'École nationale des Industries agricoles;

Secrétaire général adjoint : M. E. Silz, Secrétaire général de l'Association des Chimistes;

Secrétaire trésorier : M. Adolphe Chevalier.

Nomination. — Par arrêté du Ministère des Travaux publics en date du 2 juillet 1903, M. Bonnet, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Sous-Directeur de la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest, a été nommé professeur du cours d'architecture à l'École nationale des Ponts et Chaussées, en remplacement de M. de Dartein, précédemment admis à faire valoir ses droits à la retraite.

(1) On sait que la couronne vaut 1 fr. 05.

Le Gérant : H. Avoiron.

Imprimerie Chaix, rue Bergère, 20, Paris.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 14. N° 1103. Samedi 1er Août 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro :** 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Constructions navales** : Le paquebot à turbines *The Queen* du service Calais-Douvres, p. 209; A. Dumas. — **Électricité** : Matériel roulant du Manhattan Railway, à New-York *(planche XIV)*, p. 211; Henry Martin. — **Physique industrielle** : Station centrale d'énergie électrique de Batavia (États-Unis), p. 214. — **Automobiles** : Le Congrès de l'Automobilisme, p. 216; F. Drouin. — **Législation** : Législation des chutes d'eau, p. 218. — **Variétés** : Contribution à l'étude de la surchauffe de la vapeur, p. 219; — Traitement des minerais de cuivre à très basse teneur, p. 219; — Régulateurs automatiques de la vitesse de filtration, p. 220; — Les gisements de minerais de fer du nord-ouest de l'Afrique, p. 220; — Tour à rectifier les essieux montés, p. 221.

Sociétés savantes et industrielles : Société des Ingénieurs civils (17 juillet 1903), p. 222; — Académie des Sciences (20 juillet 1903), p. 222.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 223; — Ouvrages récemment parus, p. 224.

Planche XIV : Voiture automotrice du Manhattan Railway, à New-York.

CONSTRUCTIONS NAVALES

LE PAQUEBOT A TURBINES " THE QUEEN "
du service Calais-Douvres.

Depuis un mois, environ, la Compagnie du South Eastern and Chatam Railway a mis en service, sur la ligne de Calais-Douvres, un nouveau paquebot, *The Queen*, présentant diverses particularités intéressantes, mais dont la principale est d'être muni de propulseurs actionnés par des turbines à vapeur, système Parsons.

L'application des turbines à la propulsion des navires ne date encore que de quelques années, mais elle paraît devoir se développer rapidement. Le *Génie Civil* (1) a déjà décrit les essais successifs faits dans ce but par M. Parsons et l'on sait que c'est avec la *Turbinia*, petit bateau de 30 mètres de longueur et de 45 tonneaux de jauge, construit en 1894, qu'il a fait ses expériences décisives.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 8, p. 121.

Les résultats remarquables obtenus avec ce modèle attirèrent l'attention de l'Amirauté anglaise, qui commanda à la « Parsons Marine Steam Turbine C° » deux contre-torpilleurs de 375 tonneaux, le *Viper* et le *Cobra*, dont la vitesse dépassa 36 nœuds. Ces deux navires se sont perdus en mer, peu de temps après leur construction, mais dans des conditions (1) qui laissaient absolument hors de cause les turbines, lesquelles avaient eu, au contraire, le temps de faire leurs preuves et de donner pleine satisfaction.

Les résultats donnés par les turbines provoquèrent la construction de deux paquebots munis de ces appareils et destinés à faire le service des voyageurs dans l'estuaire de la Clyde : le premier, le ***King-Edouard***, construit en 1901 à l'occasion de l'Exposition de Glasgow et déjà décrit dans le *Génie Civil* (2); le second, la ***Queen-Alexandra***, construit en 1902, d'un modèle un peu plus fort.

Les marines de guerre de plusieurs puissances ont actuellement en essai des torpilleurs mus par des turbines et, d'autre part, un paque-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 9, p. 145.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 8, p. 121.

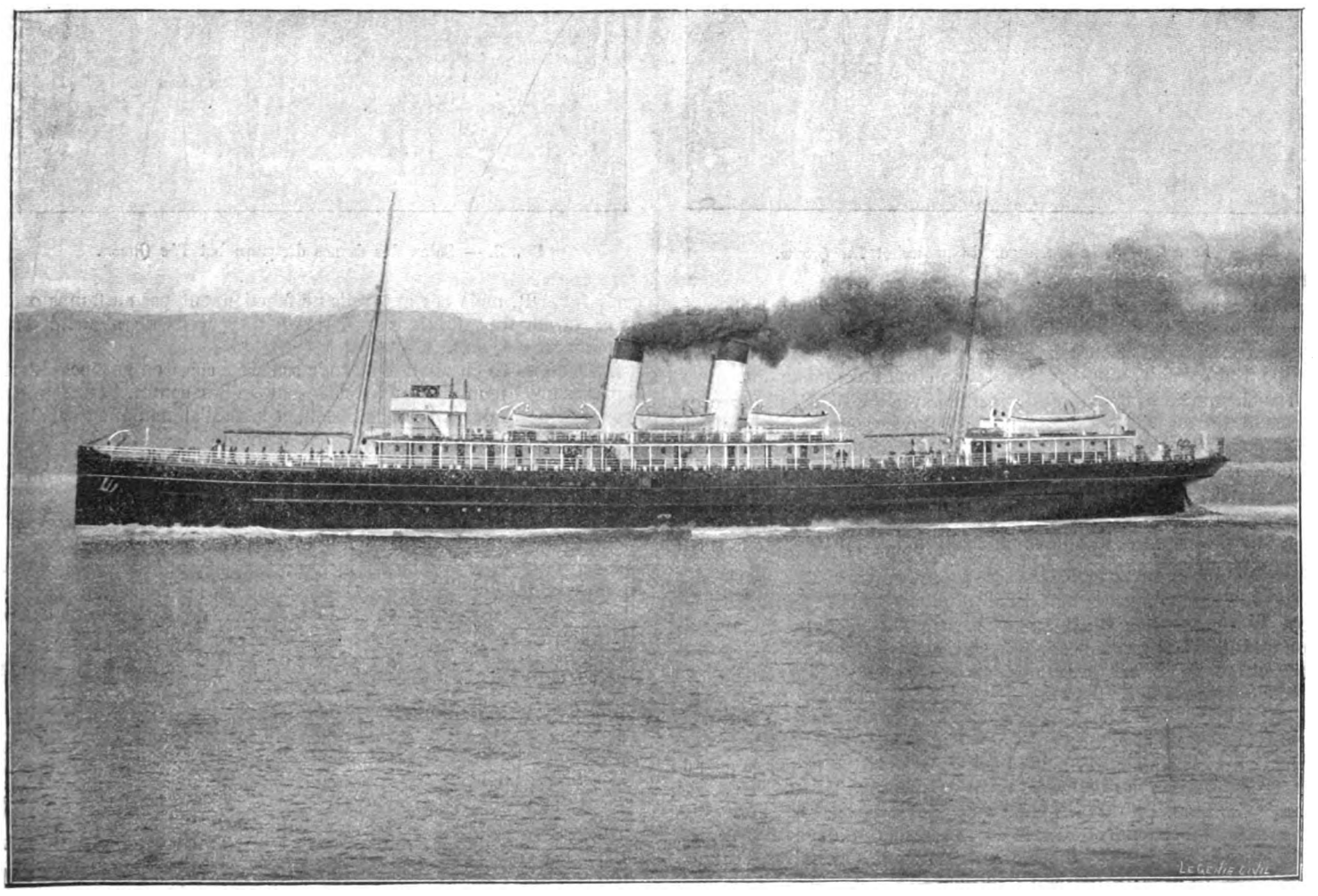


Fig. 1. — Le paquebot a turbines « The Queen », du service Calais-Douvres.

Digitized by Google

bot analogue à la *Queen* est en construction pour les traversées de Dieppe à Newhaven et sera bientôt mis en service par la Compagnie anglaise du chemin de fer London-Brighton.

Ces quelques renseignements montrent que la faveur dont jouissent actuellement les turbines à vapeur pour la propulsion des navires est au moins aussi grande que celle dont bénéficient les mêmes appareils pour la commande des machines électriques. Cette faveur est d'ailleurs justifiée par divers avantages qu'elles présentent sur les machines à vapeur à piston et dont les principaux sont un moindre encombrement et l'absence de trépidations.

Nous ne reviendrons pas sur la description de la turbine Parsons, dont le fonctionnement a été expliqué en détail dans le *Génie Civil* (1). Nous nous bornerons à donner ici une description très sommaire du paquebot la *Queen*, qui est actuellement le plus grand des navires munis de ces appareils.

Ce navire mesure 94m 30 de longueur, 12m 20 de largeur et 7m 62 de creux. Il est aménagé pour recevoir 1 250 passagers et les derniers progrès ont été appliqués dans ses installations, tant au point de vue du luxe qu'à celui du confort (fig. 2 et 3).

Nous n'entrerons pas dans le détail des aménagements et nous ferons

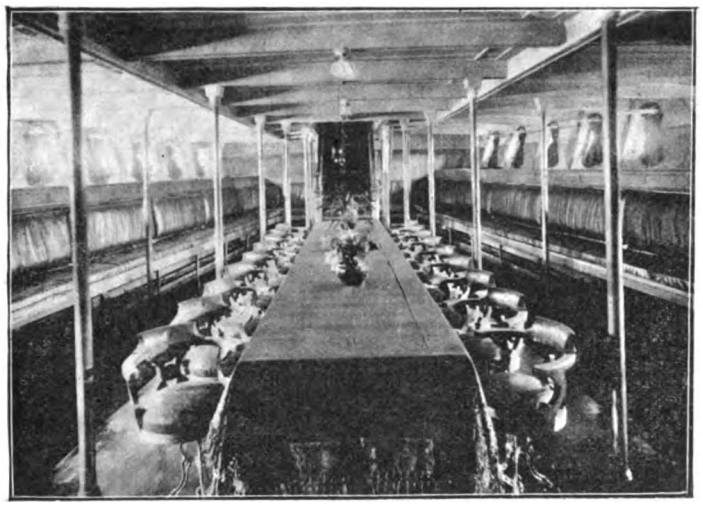


Fig. 2. — Salle à manger du paquebot *The Queen*.

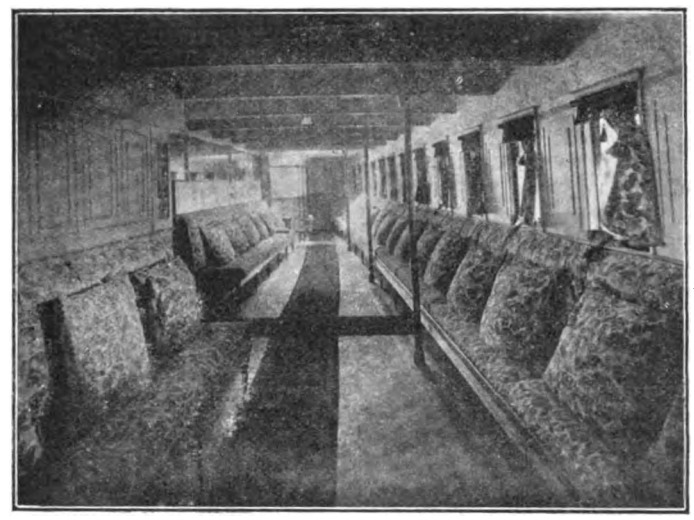


Fig. 3. — Salon des dames du paquebot *The Queen*.

seulement remarquer que, ainsi qu'on le voit sur la figure 1, la partie centrale comporte un pont couvert sur lequel sont aménagées des cabines spéciales et le fumoir. Au-dessus du pont couvert se trouve un pont-promenoir, sur lequel est la dunette du commandant.

Les cheminées sont munies d'appareils, système Denny et Brace, qui arrêtent les escarbilles, de sorte que les voyageurs n'en sont pas incommodés et que les ponts sont faciles à tenir propres.

Comme la plupart des navires qui font le service de la Manche, la *Queen* est munie de daviers Pett, grâce auxquels deux hommes peuvent mettre une grande chaloupe à la mer en une demi-minute.

A l'avant du navire se trouve un gouvernail pour faciliter la sortie des ports.

Les machines motrices sont constituées par trois turbines Parsons, une à haute pression située au milieu (fig. 4), tournant à 500 tours par minute, et deux à basse pression, situées une de chaque côté, tournant à 700 tours. Chaque turbine commande directement un arbre de propulsion, mais celui du milieu ne porte qu'une seule hélice, tandis que les deux autres en portent deux, soit en tout trois arbres et cinq hélices.

Cette multiplication des hélices est rendue nécessaire par la grande vitesse de rotation des turbines, montées directement sur les arbres des propulseurs. On sait, en effet, qu'à partir d'une certaine vitesse, l'hélice tend à engendrer au sein de la masse liquide une cavité où elle tourne dans le vide; il y a alors rupture des cylindres d'eau actionnés, et c'est là le phénomène connu sous le nom de *cavitation*. Pour éviter sa production et conserver aux hélices un rendement convenable, il a été reconnu qu'il faut que la vitesse périphérique du bout de l'aile de ces dernières ne dépasse pas une certaine limite (50 à 60 mètres). En d'autres termes, la grande vitesse imprimée par les turbines aux arbres des propulseurs a obligé à fractionner les hélices, c'est-à-dire à employer des hélices plus nombreuses mais d'un diamètre et d'un pas relativement faibles.

Les turbines ne pouvant tourner efficacement que dans un seul sens, la marche arrière doit être obtenue au moyen de turbines spéciales. Ces turbines sont placées à l'intérieur et à l'une des extrémités des turbines principales, ou turbines de marche avant, et ont leurs arbres et leurs ailettes directrices disposées en sens opposé de celles de ces dernières. Elles tournent à vide pendant la marche avant.

En marche ordinaire, la vapeur des chaudières est admise d'abord dans la turbine HP où elle se détend cinq fois, puis elle passe dans les turbines BP où elle se détend encore vingt-cinq fois avant de se rendre au condenseur, de sorte que le degré de détente total est de 125, alors que dans les machines à piston à triple expansion ce degré varie seulement entre 8 et 16.

La vapeur est fournie, à la pression de 10kg 5, par deux chaudières à double façade et par deux autres à simple façade, cylindriques et à retour de flamme.

Dans la marche normale, en avant, les trois arbres tournent en même temps, tandis que pour les manœuvres et les accostages, le navire ne se sert que de ses hélices latérales seulement. Un jeu de valves et de tiroirs manœuvrés par des machines à la fois à vapeur et hydrauliques, permet d'admettre la vapeur soit dans la turbine HP, soit directement dans les turbines BP, aussi bien s'il s'agit de la marche arrière que de la marche avant.

La figure 4 montre schématiquement comment sont disposées les turbines dans le navire. On voit qu'elles sont munies de régulateurs centrifuges R, mais ces appareils ne fonctionnent pas en temps ordinaire et ne sont destinés qu'à servir d'appareils de sécurité dans certains cas spéciaux.

Les pompes de circulation et à air sont reportées en groupes identiques pour chacun des deux condenseurs; elles sont actionnées par des machines indépendantes à piston, et l'eau d'alimentation est fournie aux chaudières par deux pompes Weir.

La puissance des turbines de la *Queen* en chevaux-vapeur a, paraît-il,

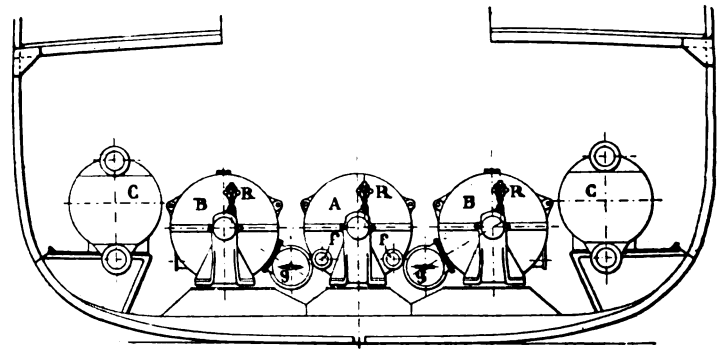


Fig. 4. — Coupe schématique en avant des turbines.

A, turbine à haute pression; — B, turbines à basse pression; — C, condenseurs; — *f*, amenée de la vapeur à la turbine à haute pression; — *g*, amenée de la vapeur aux turbines à basse pression; — R, régulateurs centrifuges.

été mesurée au frein, par les constructeurs, MM. Denny frères, de Dumbarton, mais les résultats de ces essais n'ont pas été publiés. En se basant sur la pression de la vapeur et le nombre de tours, on peut estimer que cette puissance est de 8 000 à 10 000 chevaux.

Aux essais sur le mille mesuré, la *Queen* a donné une vitesse moyenne de 21,76 nœuds. En marche arrière, à toute vitesse, le navire filait encore 13 nœuds. Enfin, l'essai suivant a été particulièrement intéressant : le navire étant lancé en avant, à la vitesse de 20 nœuds, on a renversé la marche instantanément et il s'est arrêté au bout d'une minute et sept secondes, sur un espace égal à deux fois et demie sa longueur.

On conçoit, d'ailleurs, que dans un navire à turbines les réactions

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 3, p. 33.

Digitized by Google

et les efforts sur la machine, provenant d'un brusque changement de marche, sont moins violents que dans les navires munis de machines alternatives. L'emploi d'une disposition permettant simultanément la fermeture de l'arrivée de vapeur aux turbines de marche avant et l'ouverture de celles de marche arrière permet de constituer un frein élastique, qui absorbe les efforts et réactions et qui permet de renverser la marche sans secousses et sans danger pour la machine. La force élastique de la vapeur admise dans les turbines de marche arrière forme frein, et arrête promptement, et sans secousses, la rotation des turbines de marche avant, qui repartent alors à vide et en sens inverse. La rapidité de l'arrêt dépend des proportions adoptées pour les turbines de marche arrière par rapport à celles de marche avant.

A ce point de vue, la *Queen* réalise un très sérieux progrès sur la *Queen-Alexandra* dont l'arrêt, pour une vitesse de 20 nœuds également, avait demandé 5 longueurs.

Depuis sa mise en service, la *Queen* effectue les traversées de Calais-Douvres en une heure, environ. Cette durée s'est même abaissée, dans une traversée, jusqu'à 51 minutes.

Comme nous l'avons rappelé, parmi les avantages que revendiquent les bateaux à turbines se trouve celui de donner lieu à des trépidations beaucoup moins fortes que dans les navires actionnés par des machines alternatives. Cet avantage est très réel et particulièrement appréciable sur des paquebots à voyageurs et à grande vitesse.

Il ne faudrait cependant pas croire qu'il n'existe pas de vibrations sur les navires à turbines; nous avons pu constater que sur la *Queen* il s'en produit d'assez marquées lorsque le navire marche à toute vitesse; mais elles sont beaucoup moins incommodantes pour le voyageurs que celles qui ont lieu sur les navires à machines alternatives, marchant à la même vitesse, ce qui tient sans doute à leur très faible amplitude.

A. Dumas,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ÉLECTRICITÉ

MATÉRIEL ROULANT DU MANHATTAN RAILWAY
à New-York.

(Planche XIV.)

Nous avons eu l'occasion, dans un précédent article (1), de décrire les installations fixes du chemin de fer métropolitain de New-York, connu sous le nom de Manhattan Railway. Nous allons aujourd'hui donner quelques renseignements au sujet du matériel roulant de ce chemin de fer aérien.

Les trains de ce réseau comprennent des voitures motrices et des voitures de remorque dont on peut faire varier le nombre suivant les besoins de l'exploitation. Toutes ces voitures, qui sont ouvertes ou fermées, sont montées sur bogies.

On a appliqué sur le Manhattan Railway le dispositif de traction à unités multiples, système Thomson-Houston, dont il a déjà été question dans le *Génie Civil* (2), à propos de l'application de la traction électrique sur la ligne de Paris (gare des Invalides) à Versailles.

Le matériel roulant du Manhattan Railway comprend actuellement 1 286 voitures fermées et une centaine de voitures ouvertes. Parmi les voitures fermées, 850 sont motrices et 436 sont dépourvues de moteurs.

La composition régulière du train normal de six voitures est la suivante: la première, la troisième, la quatrième et la sixième sont motrices. Lorsque le train ne comporte que quatre ou cinq voitures, la première, la troisième et la quatrième sont habituellement motrices. Lorsque les trains seront réduits à trois voitures, la première et la troisième seront seules motrices.

Les voitures du Manhattan Railway (fig. 1, 2 et 6, pl. XIV) ne diffèrent pas beaucoup, à première vue, de celles qui sont employées en Amérique sur les réseaux analogues. Elles ont donné lieu, cependant, à certaines innovations qui méritent d'être signalées.

L'une des particularités les plus intéressantes à noter consiste dans l'emploi de cabines de wattman pouvant être immédiatement converties en compartiments pour les voyageurs (fig. 1 et 2). Chaque voiture motrice est munie, à chacune de ses extrémités, d'un de ces compartiments qui n'occupe que le coin de la voiture et laisse libre le passage central, permettant l'intercirculation entre les différentes voitures du train. La porte, qui permet d'isoler la cabine de manœuvre de l'intérieur de la voiture, peut occuper une position perpendiculaire à celle qui correspond à la fermeture de la cabine lorsqu'elle est occupée par le wattman.

Dans cette dernière position la porte est également maintenue par une serrure et elle recouvre tous les appareils de manœuvre comme le ferait une porte de placard. La cabine de manœuvre se confond alors avec le reste de la voiture.

L'accès de la cabine de manœuvre, de l'intérieur de la voiture, devient dans ce cas absolument libre. Une banquette, qui était maintenue relevée au moment où la cabine était utilisée par le wattman, est ensuite rabaissée lorsque le compartiment est mis à la disposition des voyageurs.

Cette combinaison est donc très commode, puisque chaque voiture motrice peut être indistinctement mise en tête du train et dans n'importe quel sens.

Cette disposition semble, par contre, présenter l'inconvénient de

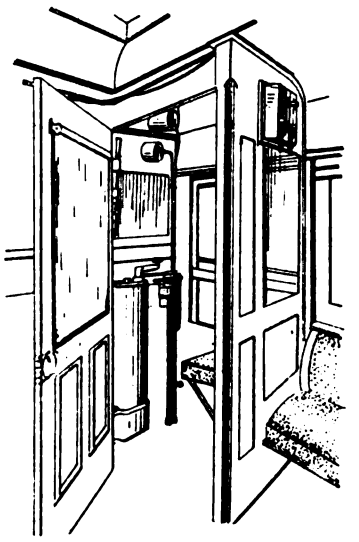


Fig. 1. — Cabine de wattman disposée pour la manœuvre.

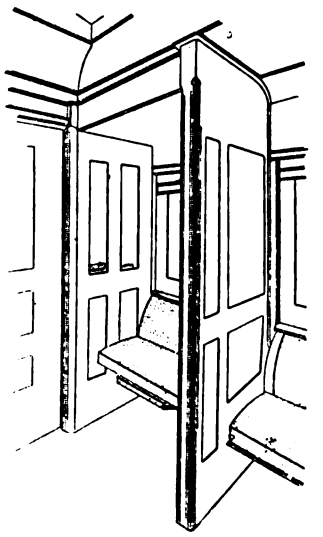


Fig. 2. — Cabine de wattman disposée pour recevoir le public.

rendre obligatoire l'emploi de cabines de manœuvre de dimensions relativement faibles, mais il s'agit ici d'un chemin de fer aérien où l'on ne manque ni d'air, ni de lumière.

Le wattman a, de plus, à sa disposition un strapontin mobile qu'il peut utiliser sans cesser d'apercevoir la voie.

La longueur des voitures motrices, mesurée entre les extrémités des plates-formes, est de 14m 30 (fig. 1 et 2, pl. XIV). La plus grande largeur de la caisse atteint 2m 60. La hauteur totale de la voiture, depuis la

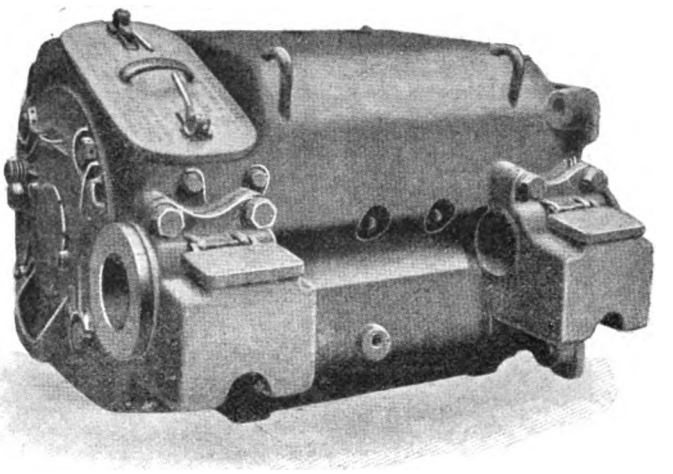


Fig. 3. — Moteur des voitures du Manhattan Railway.

table de roulement du rail jusqu'au sommet du lanterneau, est de 3m 92. Le plancher de la voiture se trouve, d'autre part, situé à une hauteur de 1m 165 au-dessus du rail.

Chaque voiture motrice est supportée par deux bogies à roues égales de 0m 85 de diamètre (fig. 3 à 5, pl. XIV).

Les boîtes à graisse supportent directement, sans interposition de ressorts, des longerons cintrés en acier coulé qui soutiennent, à leur tour, avec interposition de ressorts à boudin, le cadre sur lequel vient reposer la caisse. Le pivot est supporté, conformément à la pratique courante, par une traverse reposant sur deux groupes de ressorts transversaux à lames.

Les banquettes des voitures motrices sont disposées transversalement au milieu de la caisse et longitudinalement aux extrémités afin de faciliter l'entrée et la sortie des voyageurs en dégageant les parties voisines des plates-formes (fig. 2 et 6, pl. XIV). Chaque voiture comporte quarante-six places assises. Lorsqu'elle se trouve placée en tête du train, ce nombre se trouve réduit à quarante-quatre places, par suite de l'occupation d'une cabine de wattman.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 20, p. 309, n° 21, p. 332, et n° 22, p. 346.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 26, p. 413.

Digitized by Google

Les différentes voitures d'un train sont reliées entre elles au moyen de barres d'attelage jouant en même temps le rôle de tampons de choc.

Une particularité intéressante à signaler consiste dans l'emploi, sur chaque voiture motrice, de quatre brosses métalliques pouvant venir au contact du troisième rail pour le débarrasser de la neige avant le passage des patins de prise de courant (fig. 8, pl. XIV). Ces brosses en acier sont mobiles dans le sens vertical et sont reliées à un piston pneumatique commandé directement de la cabine du wattman. Le mécanicien n'a donc qu'à manœuvrer un robinet pour provoquer la descente des brosses sur le troisième rail ou leur relèvement.

Les voitures ouvertes ne présentent pas de dispositions spéciales méritant d'être signalées. Elles sont pourvues de seize banquettes transversales occupant toute la largeur de la caisse. Ces banquettes, sauf les deux extrêmes, sont munies de dossiers mobiles permettant aux voyageurs de faire toujours face à la tête du train. Les mouvements des voyageurs se font très rapidement dans ces voitures ouvertes, car l'on accède directement aux banquettes depuis le quai.

Moteurs. — Les moteurs de grosse traction, de la Compagnie Thomson-Houston (fig. 3 et 4), diffèrent des types ordinairement employés pour les tramways par la disposition de la carcasse qui est en une seule pièce et qui, par suite, ne peut pas s'ouvrir. L'induit doit donc être introduit et retiré par les côtés, parallèlement à son axe. Pour effectuer cette opération, il suffit d'enlever les deux plateaux, boulonnés sur la carcasse, qui supportent les coussinets de l'induit.

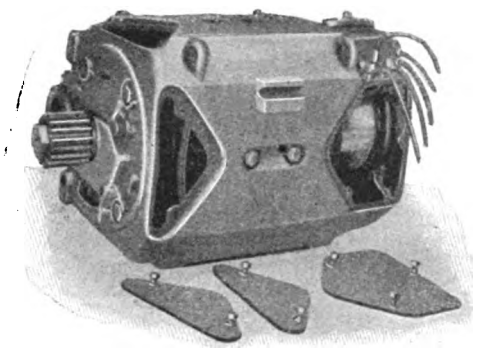


Fig. 4.
Moteur après l'enlèvement des plaques de visite.

Dans le but d'exécuter commodément cette manœuvre, on a créé une machine spéciale (fig. 5 et 6), qui n'est autre chose qu'une sorte de tour, entre les pointes duquel on assujettit l'axe de l'induit. La carcasse repose, d'autre part, sur une sorte de chariot qui peut se déplacer sur le banc du tour, en manœuvrant simplement le volant qui est visible sur la figure. Lorsque

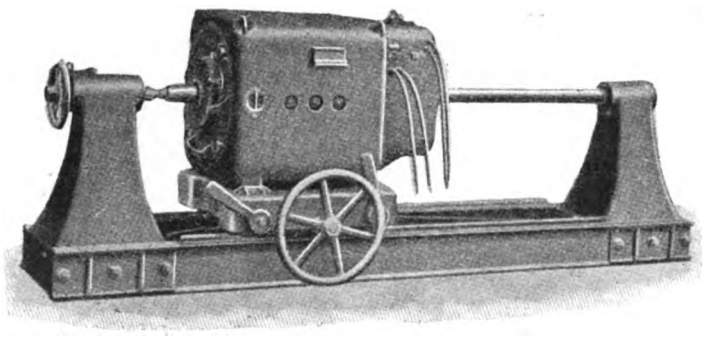


Fig. 5. — Appareil pour la visite des induits.
(Premier temps de l'opération.)

l'induit est immobilisé entre les pointes, et que les plateaux sont enlevés, il suffit de tourner le volant pour faire déplacer la carcasse vers la droite, jusqu'à ce qu'elle ait complètement dégagé l'induit et son collecteur.

La même manœuvre se reproduira en sens inverse lorsqu'on voudra remonter le moteur.

Les inducteurs des moteurs sont au nombre de quatre ; ils sont maintenus en place au moyen de pièces polaires boulonnées sur la carcasse. Ces moteurs sont à simple réduction de vitesse et les dents des engrenages sont rectilignes.

On a été amené à adopter la carcasse en une seule pièce par suite de la nécessité, dans laquelle on se trouvait, d'employer un moteur aussi puissant que possible et pouvant être contenu dans un espace restreint. L'inconvénient de cette disposition réside dans l'obligation d'enlever le moteur complet pour changer l'induit. Toutefois, cette manœuvre est loin d'être aussi compliquée qu'on pourrait se le figurer. L'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft et la Compagnie de Fives-Lille ont, d'ailleurs, construit la plupart de leurs moteurs de tramways avec carcasse en une seule pièce.

La carcasse des moteurs est munie, à la partie supérieure et sur les côtés, d'ouvertures triangulaires permettant la ventilation et l'inspection des différents organes intérieurs (fig. 4). Des plaques fixées par deux boulons permettent d'obstruer ces ouvertures pendant la marche des voitures. Une ouverture spéciale, située au-dessus du collecteur, donne la possibilité d'examiner ce dernier pendant la marche. Cette ouverture est masquée par une plaque maintenue par deux clefs (fig. 3).

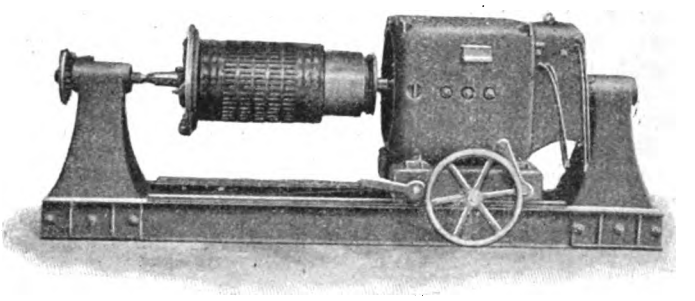


Fig. 6. — Appareil pour la visite des induits.
(Deuxième temps de l'opération.)

Équipement électrique pour la traction a unités multiples. — Nous avons déjà eu l'occasion de décrire, dans le *Génie Civil*, des installations comportant l'emploi de la traction par unités multiples. Nous citerons, en particulier, le métropolitain de Berlin (1), sur lequel on a appliqué concurremment les systèmes Siemens et Sprague, et le chemin de fer de Chamonix (2) sur lequel on a fait une application du système Auvert. Nous rappellerons simplement que, dans le système Sprague, les contrôleurs des différentes voitures motrices du train sont actionnés par des servo-moteurs électriques, tandis que, dans le système Auvert, ces contrôleurs sont commandés par des servo-moteurs pneumatiques.

Le système adopté sur le Manhattan Railway est le système Thomson-Houston, qui se distingue nettement des précédents par l'absence complète de servo-moteurs. Nous rappellerons brièvement les caractéristiques de ce système, qui a déjà été décrit dans le *Génie Civil* (3).

Chaque voiture motrice porte une série d'électro-aimants pouvant être alimentés par la voiture de tête du train (fig. 7 et 8). Ces électro-aimants commandent chacun un interrupteur, et ceux-ci jouent absolument le même rôle que les touches d'un contrôleur ordinaire. Suivant que les uns ou les autres de ces interrupteurs sont fermés,

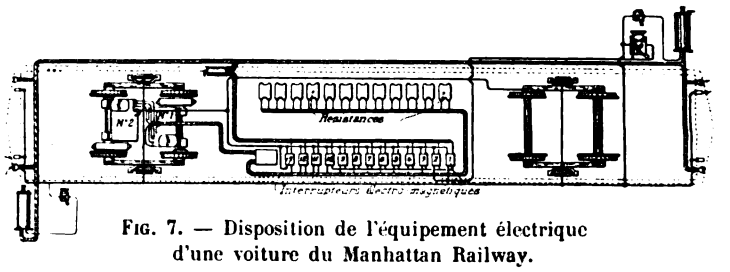


Fig. 7. — Disposition de l'équipement électrique
d'une voiture du Manhattan Railway.

on réalise les couplages en série et en parallèle des moteurs et l'insertion des différentes résistances dans les circuits de ces derniers.

Chaque voiture est pourvue de patins de prise de courant (fig. 9 et 10, pl. XIV) qui sont en contact avec le troisième rail. Les différents interrupteurs permettent d'amener le courant aux moteurs en réalisant les différentes combinaisons usuelles, absolument comme si l'on manœuvrait un contrôleur. Il n'y a donc pas de câbles à grand débit courant le long du train, puisque chaque voiture prend elle-même le courant par ses propres frotteurs.

Les voitures sont réunies entre elles par un câble contenant un certain nombre de conducteurs. Ces conducteurs courent d'un bout à l'autre du train. C'est sur eux que sont connectés en dérivation les conducteurs alimentant les électro-aimants des interrupteurs. Ces câbles multiples, qui réunissent les voitures, ne sont parcourus que par une faible intensité, car il suffit de 2,5 ampères à 550 volts, au maximum, pour la commande de chaque équipement de voiture. Cette intensité est même réduite à 1,5 ampère aux positions régulières de marche, c'est-à-dire en série ou en parallèle, sans résistances.

L'émission des courants dans les conducteurs, sur lesquels sont branchés, en dérivation, ces différents électro-aimants, est obtenue au moyen d'un contrôleur placé sur la voiture de tête. En réalité, toutes les voitures portent chacune deux contrôleurs branchés en dérivation sur le câble à conducteurs multiples, mais il n'y en a jamais qu'un seul en fonctionnement, qui est celui d'avant de la voiture de tête.

Ces combinateurs sont disposés comme les contrôleurs ordinaires commandant directement les moteurs. Ils en diffèrent, cependant, par les dimensions des contacts, puisqu'ils ne transmettent que des courants de très faible intensité.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLI, n° 3, p. 33.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 10, p. 149.
(3) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 4, p. 59, et n° 26, p. 413.

Digitized by Google

La marche en arrière est obtenue de la même manière, au moyen d'un appareil appelé inverseur, qui se trouve disposé sur chaque voiture, à côté des interrupteurs magnétiques. Ces inverseurs fonctionnent également sur toutes les voitures quand on manœuvre la manette de renversement de marche du contrôleur de tête.

Ce système de traction à unités multiples, dont nous venons de rappeler le principe, a été réalisé pratiquement sur les voitures du Manhattan Railway de la façon suivante :

Chaque automotrice comporte deux contrôleurs (fig. 8), un inverseur et treize interrupteurs, à commande électromagnétique. On n'utilise jamais qu'un seul contrôleur par train ; les autres demeurent à la touche zéro et ne jouent absolument aucun rôle pendant la marche. Ils sont, d'ailleurs, mis hors circuit au moyen d'un interrupteur spécial.

Le câble courant le long du train renferme neuf conducteurs.

L'inverseur, placé sur chaque automotrice, a pour but de renverser simultanément le sens du courant des induits des deux moteurs de chaque voiture. Cet inverseur comporte une pièce mobile pouvant, sous l'action de deux électro-aimants, basculer dans un sens ou dans l'autre. Les contacts, portés par cette pièce mobile, peuvent venir toucher l'une ou l'autre série des contacts portés par la pièce fixe, et inverser ainsi les circuits des induits. Le basculement de cet inverseur est obtenu lorsque le mécanicien renverse la petite manette de changement de marche de son contrôleur. Cette manette est, comme dans les contrôleurs ordinaires, enclenchée avec la manette principale, de manière à empêcher les fausses manœuvres.

Les interrupteurs, à commande électromagnétique, jouent le rôle de véritables relais. Ils comportent chacun une bobine et une armature mobile, portant un contact. Ce contact mobile peut venir adhérer à un contact semblable, mais fixe, placé au-dessus de lui, aussitôt que la bobine est excitée. Dans le but de rendre l'adhérence plus parfaite, les constructeurs ont donné au contact inférieur un mouvement de frottement le long du premier, qui maintient les surfaces parfaitement propres.

La pesanteur détermine l'interruption du circuit principal, aussitôt que le courant d'excitation se trouve supprimé. La rupture se fait sans étincelles, par suite de la présence d'un souffleur magnétique ajouté à chaque interrupteur.

Ces différents interrupteurs sont disposés sous la caisse de la voiture, entre les deux bogies, de manière à être facilement accessibles.

Trois des interrupteurs sont pourvus d'un contact supplémentaire. L'interrupteur n° 2 porte un contact auxiliaire, interrompant le circuit de l'inverseur du côté terre. Les relais n^{os} 11, 12 et 13, qui ont pour but de réaliser les couplages respectifs des moteurs, en série et en parallèle, sont également pourvus d'un contact auxiliaire qui a pour but d'empêcher que deux de ces appareils ne puissent fonctionner simultanément. Le contact auxiliaire n° 12 coupe, en effet, le circuit du relais n° 11, et le contact auxiliaire n° 11 coupe le circuit du relais n° 12.

D'après la disposition même des circuits, les interrupteurs 1, 2, etc., ne pourraient recevoir de courant de la bobine 0 et de la bobine 8, dans le cas où l'inverseur viendrait à rester bloqué dans la position opposée. La voiture se comporterait alors comme une simple remorque.

Tous les appareils d'une voiture peuvent être isolés du circuit général au moyen d'un interrupteur de sectionnement. Un interrupteur, muni de plombs fusibles, se trouve intercalé sur chaque circuit local de contrôleur. Tous ces interrupteurs sont ouverts pendant le fonctionnement, sauf celui qui correspond au contrôleur manœuvré par le mécanicien.

Les différentes dérivations du câble à neuf conducteurs vers les interrupteurs électromagnétiques sont également protégées par des plombs fusibles.

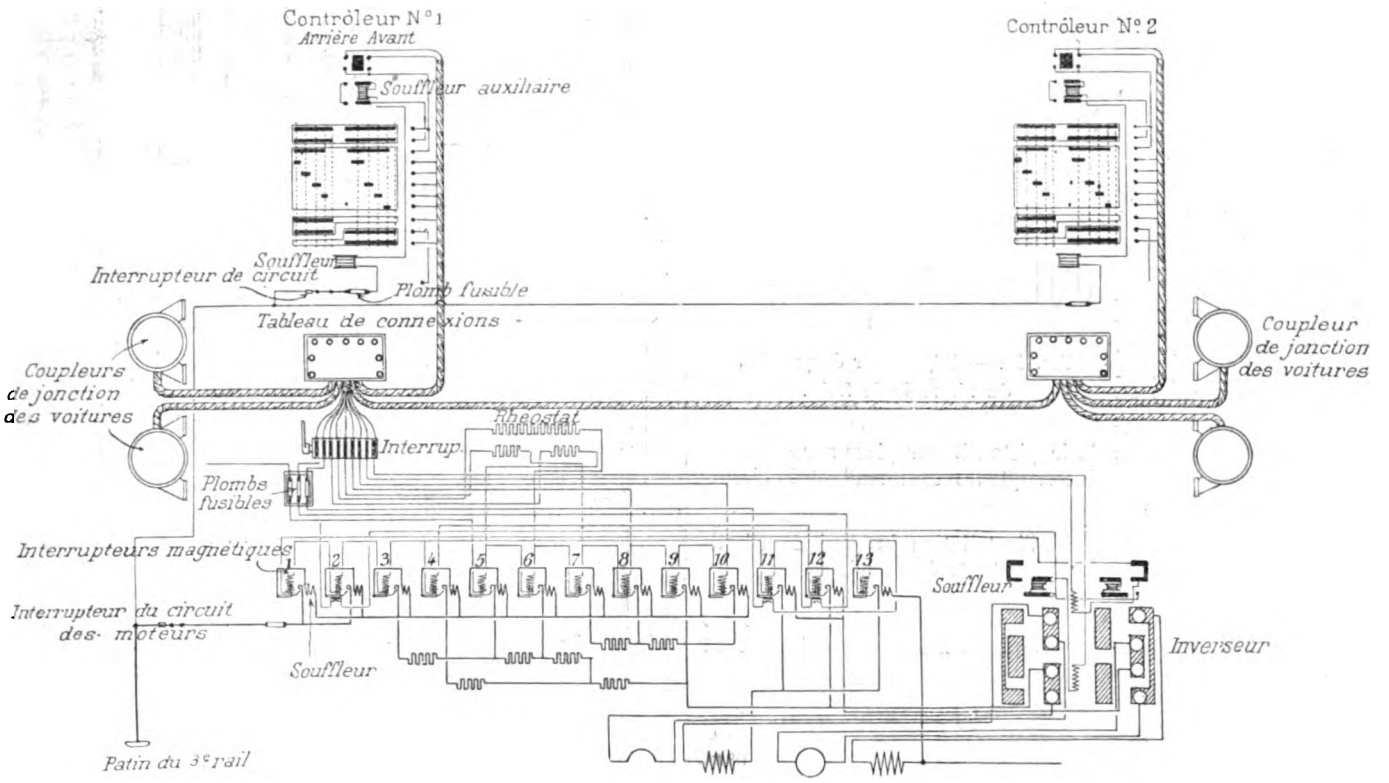


Fig. 8. — Schéma général de l'équipement électrique d'une voiture du Manhattan Railway.

Les différentes dérivations du câble à neuf conducteurs vers les interrupteurs électromagnétiques sont également protégées par des plombs fusibles.

Les voitures de remorque intercalées entre les voitures automotrices sont simplement parcourues dans toute leur longueur par un câble à neuf conducteurs. L'accouplement se fait au moyen de coupleurs spéciaux comprenant neuf contacts mâles et neuf contacts femelles, qui sont disposés de manière à éviter toute erreur possible au moment de la fermeture des circuits (fig. 9 et 10).

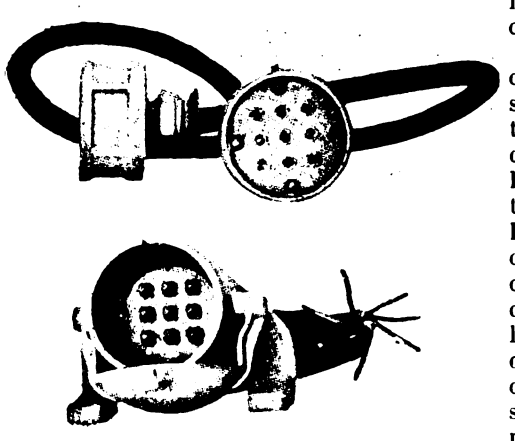


Fig. 9 et 10. — Dispositifs d'accouplement des câbles à neuf conducteurs.

Le grand avantage du système Thomson-Houston, à unités multiples, réside dans la grande facilité de conduite des trains ainsi équipés. Les manœuvres que doit exécuter le mécanicien avec son contrôleur sont absolument les mêmes que si ce dernier ne commandait qu'une seule voiture. De plus, le mécanicien est absolument certain que les couplages réalisés sont toujours simultanément les mêmes sur toutes les voitures. Il est, en un mot, guidé d'une manière certaine par les crans sur lesquels il place la manette de son contrôleur.

Freinage des voitures. — En même temps que l'on augmentait la vitesse des trains du Manhattan Railway, en substituant la tration électrique à la traction par locomotives à vapeur, on s'efforçait de rendre plus rapide et plus sûr le freinage des voitures.

Ces dernières sont pourvues du frein à air comprimé à action rapide, qui est en usage sur un grand nombre de réseaux de chemins de fer. La seule différence avec les dispositifs qui sont employés sur les chemins de fer, consiste dans le mode de commande des compresseurs,

Digitized by Google

qui doivent nécessairement être mus électriquement. Il était, de plus, indispensable que ces compresseurs fussent mis en action et arrêtés d'une manière absolument automatique.

La General Electric C° a, dans ce but, créé un compresseur électrique qui se fixe sous l'un des côtés de chaque voiture. Ce compresseur comprend deux cylindres à simple effet, munis d'ailettes ; il est actionné directement par le moteur électrique. La mise en marche et l'arrêt automatiques sont obtenus au moyen d'un régulateur spécial (fig. 11), composé essentiellement d'un piston C, recouvrant un diaphragme B en caoutchouc. Ce piston est maintenu appuyé sur son siège circulaire en bronze au moyen du ressort à boudin F. Lorsque la pression augmente en A au delà de la limite prévue, le piston se soulève malgré l'action du ressort et détermine le déclenchement du levier H, situé à la partie supérieure de l'appareil qui porte des contacts mobiles. Un souffleur magnétique, placé sur le côté, empêche la formation d'arcs au moment des ruptures. Lorsque la pression vient à baisser en A, le piston B se replace sur son siège et détermine la fermeture des interrupteurs commandant le circuit du compresseur électrique.

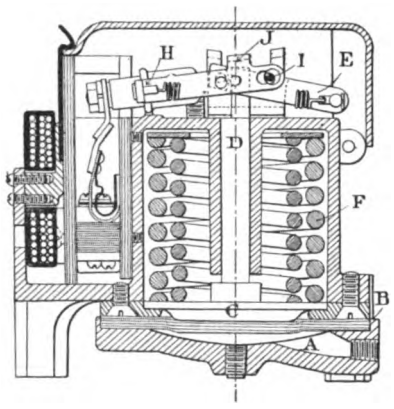


Fig. 11. — Régulateur de pression du réservoir de frein.

Telle est, décrite en son ensemble, l'installation du Manhattan Railway qui est, sans doute, la plus importante du monde entier, puisqu'elle permet de transporter 200 millions de voyageurs par an. Le trafic énorme de cette Compagnie s'accroîtra encore lorsque les 1 800 équipements de voitures automotrices qu'elle a commandés lui auront été livrés.

Henry Martin,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

STATION CENTRALE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE
de Batavia (États-Unis).

Le « Aurora, Elgin et Chicago Railway » est une ligne à traction électrique (1), destinée à relier Aurora et Elgin à Chicago. Elle a été construite avec les derniers perfectionnements et en vue de réaliser, malgré les nombreux arrêts, des vitesses commerciales au moins égales, si ce n'est supérieures à celles des chemins de fer à vapeur. La longueur totale de la ligne est de 91 kilom. ; elle est à double voie sur 34 kilom., les autres parties sont à voie unique. La distribution du courant électrique se fait par troisième rail.

L'usine centrale est à Batavia ; elle est remarquable à la fois par sa grande puissance, par l'emploi général qui a été fait de l'électricité pour conduire toute la machinerie accessoire, par la façon dont se fait

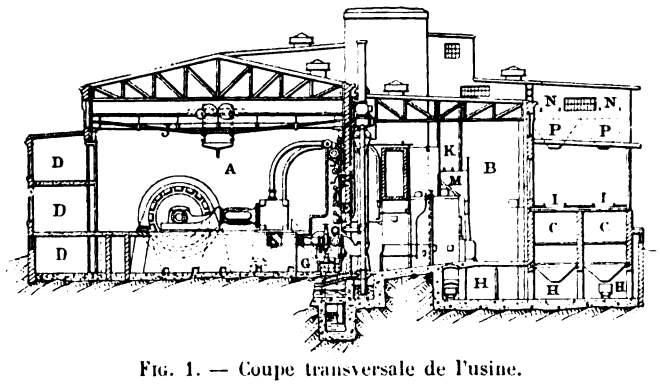


Fig. 1. — Coupe transversale de l'usine.

la manutention du charbon et des cendres, et par la réunion en un même endroit de toute la commande de la canalisation. Ce sont ces différents points caractéristiques de l'installation, ainsi que les dispositions générales, que nous nous proposons de décrire.

Dispositions générales. — La surface totale couverte est de 3 000 mètres carrés. La disposition générale (fig. 1 et 2), est celle des grandes stations centrales ; deux salles contigues, l'une B pour les générateurs, l'autre A pour les machines. En C se trouvent les trémies à charbon servant à l'approvisionnement, et en D une galerie où sont placés les tableaux de distribution et les transformateurs. Cette dernière est largement ouverte du côté de la salle des machines. Sous cette salle, il y a un sous-sol de plain-pied avec le sol de la salle des générateurs. Le plancher de la salle des machines s'arrête un peu en avant du mur de séparation, laissant en G une galerie par laquelle on voit les pompes

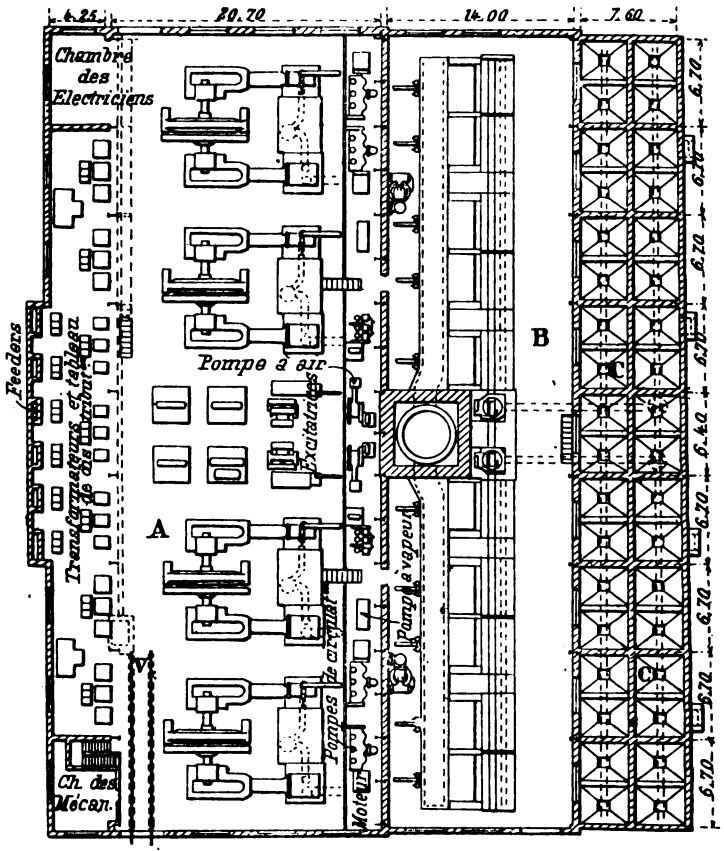


Fig. 2. — Plan général.

placées au sous-sol. Sous cette galerie s'étend, dans toute la longueur, un tunnel F qui amène l'eau nécessaire à la condensation.

En H, il y a aussi un deuxième sous-sol où circulent les wagonets qui transportent le charbon et les cendres.

Un pont roulant électrique J, de 50 tonnes, franchit la salle des machines dans sa largeur et permet d'accéder à l'extrémité d'une voie de chargement V, qui pénètre dans le bâtiment au niveau du plancher de la chambre des machines.

Approvisionnement en combustible. — Le charbon est apporté dans des wagons qui sont déchargés directement dans les trémies réparties par compartiments de deux. A cet effet, il y a deux voies normales I, régnant dans toute la longueur du bâtiment. Les murs de séparation des compartiments, en briques, ont 43 centimètres d'épaisseur ; il y a deux trémies par compartiment ; le fond des trémies est en tôle

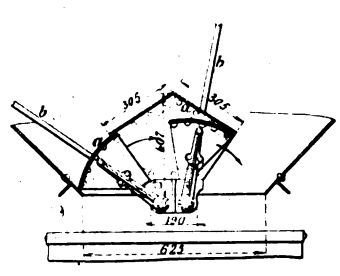


Fig. 3. — Appareil de déchargement des trémies.

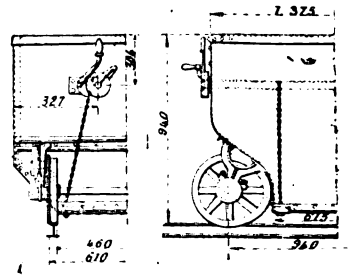


Fig. 4 et 5. Wagonet de chargement.

d'acier. Le volume de chaque compartiment est de 105^{m3}5, ce qui représente à peu près 100 tonnes de charbon. Les dix-huit compartiments permettent donc un approvisionnement de 1800 tonnes. Ce mode d'emmagasinage rend possible la répartition des différentes sortes de charbon dans des compartiments différents ; il rend, en outre, la construction des appuis pour les voies supérieures beaucoup plus facile, et évite une propagation trop rapide du feu en cas d'incendie.

Deux voies étroites H règnent sous les deux rangées de trémies. Des plaques tournantes, placées au centre, permettent de diriger les wagonets vers deux ascenseurs, qui les montent au niveau des voies K, d'où l'on charge directement les trémies M des foyers.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 5, p. 79.

Digitized by Google

La figure 3 montre le fonctionnement de l'appareil de déchargement qui est placé sur le fond des trémies; il consiste simplement en des

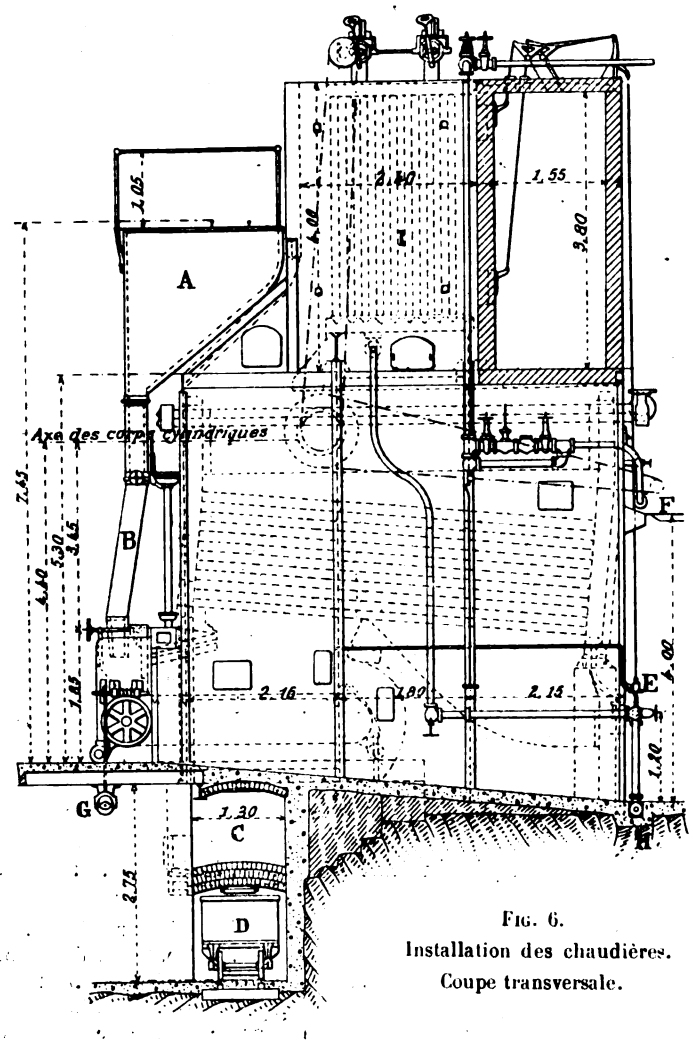


Fig. 6.
Installation des chaudières.
Coupe transversale.

portes courbes *aa*, manœuvrées du haut des trémies par les tiges de commande *b* et correspondant chacune à une ouverture maximum de 0,25 × 0,75.

Les wagonets (fig. 4 et 5) contiennent 1 tonne. Ils sont munis de coussinets à billes; leur fond, qui est à bascule, est manœuvré par un système à pied-de-biche et à encliquetage.

Chaudières. — Les chaudières (fig. 6) sont au nombre de dix, disposées sur une seule ligne en deux groupes de cinq, de part et d'autre de la cheminée; elles sont aquatubulaires et à grand volume d'eau ayant chacune une puissance de 500 chevaux-vapeur. Chaque chaudière comporte 234 tubes de 0m 10 de diamètre et de 5m 30 de longueur et trois corps cylindriques de 0m 90 de diamètre, présentant une surface de chauffe de 420 mètres carrés et une surface de surchauffe de 48 mètres carrés.

Les foyers sont à grille mobile et à chaîne, du type Mackenzie; ils sont alimentés d'une façon continue par les trémies A. Chaque foyer a une surface de 12 mètres carrés; le mouvement de la grille mobile est donné par un arbre de transmission G. Les cendres tombent à l'autre extrémité du foyer dans une fosse de forme spéciale C, d'où l'on peut les charger à loisir dans des wagonets identiques à ceux qui transportent le charbon et circulant dans le tunnel D.

Les wagonets de cendres sont élevés jusqu'à des voies NN (fig. 1), situées au-dessus de trémies PP placées au-dessus de la voie normale qui amène le charbon, alimentant des wagons vides quand il y a lieu.

Le carneau commun à toutes les chaudières et qui règne dans toute leur longueur a une section constante de 6 mètres carrés. Les produits de la combustion sont ordinairement envoyés à l'économiseur et de là dans le conduit de fumée; les registres, disposés dans le mur qui les sépare, sont manœuvrés par un système de tiges et de leviers dont la commande est en E derrière les chaudières. L'économiseur I de chaque chaudière comprend 200 tubes répartis en 20 rangées de 10; sa surface totale de chauffe est de 240 mètres carrés; plein et tout installé, il pèse 35 tonnes.

Tout le massif des chaudières, avec leurs accessoires, est supporté par une charpente en fer. Le conduit de chute B des trémies descend assez bas devant les chaudières, et bien qu'à la partie inférieure il soit muni de gonds qui permettent de l'enlever facilement, on a jugé préférable de n'avoir pas à le démonter pour accéder aux tubes d'eau. A cet effet, on a disposé une porte roulante devant chaque chaudière, qui permet de découvrir ces tubes.

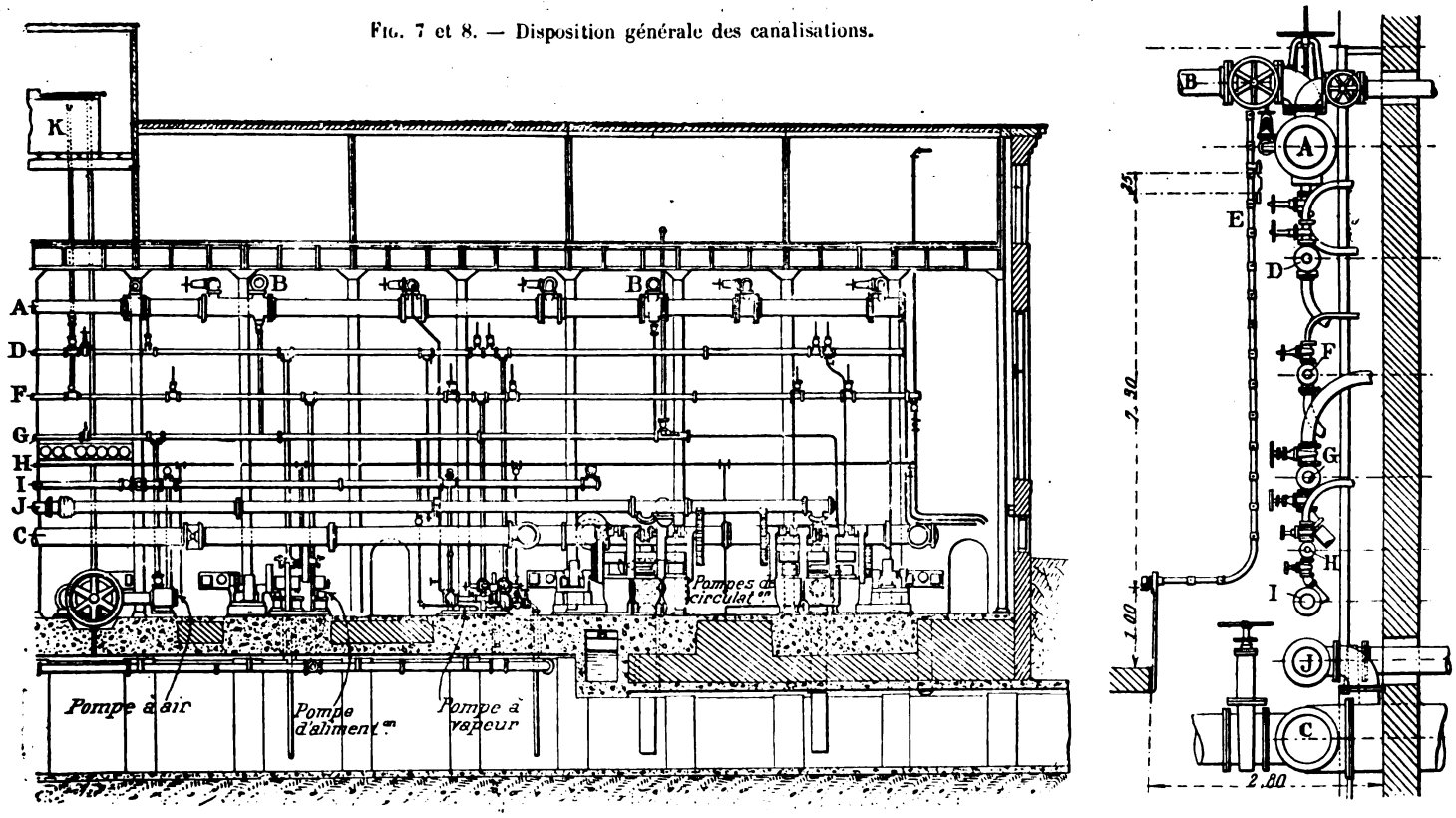
La commande des conduites d'alimentation et de vapeur se fait à l'arrière au moyen d'une plate-forme F placée à 4 mètres au-dessus du plancher. De cette même plate-forme on peut mettre en mouvement les appareils destinés au nettoyage des économiseurs.

La conduite générale d'échappement de la vapeur est placée dans une tranchée en béton H creusée derrière les chaudières.

On voit que les conduits de fumée, les économiseurs, les trémies, les tunnels à cendres, et toute la canalisation forment un groupement très compact, occupant en plan une surface très réduite.

Canalisations. — Les figures 7 et 8 rendent compte de la disposition adoptée pour la commande des canalisations de l'eau, du vide et de la vapeur. Elle est installée contre le mur séparant la chambre des machines de celle des chaudières. Les conduites sont toutes supportées par des consoles, munies, pour les grosses conduites seulement, de galets de roulement permettant le jeu nécessaire à la dilatation. Tous

Fig. 7 et 8. — Disposition générale des canalisations.



Digitized by Google

les robinets peuvent être atteints facilement au moyen d'une échelle roulante E.

De cette échelle on a vue, en même temps, sur les pompes placées au sous-sol. La conduite d'amenée de vapeur est placée à la partie supérieure, en A. Elle est alimentée par chacune des chaudières au moyen d'un raccord coudé B placé au sommet. On purge la vapeur aux points mêmes où elle est envoyée aux moteurs. La conduite d'échappement est placée à la partie la plus basse, en C. On a employé la condensation par mélange.

L'eau de condensation est prise à la rivière Fox; elle est amenée dans un tunnel en béton qui se prolonge sous la fosse des pompes et dans toute sa longueur. Pour l'alimentation, on se sert à volonté soit de cette eau, soit de l'eau de la ville. La prise d'eau a été faite avec le plus grand soin. Un petit bâtiment, dans lequel se fait l'amenée et le tamisage de l'eau, a été construit à cet effet au bord de la rivière et des dispositions ont été prises pour qu'il n'y ait jamais interruption dans l'arrivée d'eau.

Il y a deux pompes d'alimentation : l'une du type triplex Worthington de $0^m20 \times 0^m25$, actionnée par un moteur de 35 chevaux, et l'autre, tenue en réserve, est une pompe à vapeur Worthington duplex de $0^m25 \times 0^m15 \times 0^m25$. Les deux pompes peuvent tirer soit l'eau de la rivière, soit celle de la ville en cas de besoin, et alimenter soit la conduite générale d'alimentation des chaudières D, soit la conduite générale F qui fournit l'eau nécessaire aux différents services généraux de l'installation. Ces deux conduites sont complètement interchangeables, elles sont toutes deux branchées sur les économiseurs et sur un réservoir K placé à la partie supérieure du bâtiment. G est la conduite des pompes à air, H une conduite d'eau pour les services particuliers, I la conduite de vidange, J la conduite d'eau de condensation.

Machines. — Dans la salle des machines il y a quatre unités, chacune de 1 500 kilowatts, deux machines excitatrices de 160 kilowatts, mues par la vapeur; trois transformateurs rotatifs de 500 kilowatts et une machine génératrice de 300 kilowatts. Les machines motrices sont horizontales du type compound Cooper-Corliss de $0^m80 \times 1^m60 \times 1^m50$. Leur puissance est de 2 200 chevaux-vapeur en marche normale à la vitesse de 75 tours par minute; elles peuvent supporter une surcharge de 50 %.

Les autres machines accessoires, en dehors de celles qui ont été indiquées, sont : un condenseur vertical Worthington de 0^m75 pour deux moteurs; quatre pompes de circulation triplex Worthington de $0^m50 \times 0^m40$, et deux pompes à air Worthington de $0^m45 \times 0^m45$. Les pompes de circulation sont actionnées par des moteurs de 35 chevaux, les pompes à air par des moteurs de 25 chevaux.

Toute cette machinerie accessoire est commandée électriquement; elle est placée dans le sous-sol. bien en vue, et on y accède facilement de la chambre des machines au moyen d'une échelle fixe.

E. L.

AUTOMOBILES

LE CONGRÈS DE L'AUTOMOBILISME

A l'issue du Congrès de l'Automobilisme qui s'était tenu à l'occasion de l'Exposition de 1900, il avait été décidé qu'un deuxième Congrès international aurait lieu à Paris. Ce Congrès s'est tenu du 15 au 20 juin 1903, au siège de l'Automobile-Club de France; ses travaux ont été répartis en cinq sections.

L'importance des mémoires présentés ne nous permettra d'en donner qu'un résumé succinct; ces mémoires étaient d'ailleurs au nombre d'environ 60 et quelques-uns ont donné lieu à des discussions très complètes.

Première section : *Moteurs*. M. Jeantaud, président.

M. Turgan a présenté un rapport sur les générateurs et moteurs à vapeur. Il considère que les générateurs à tubes d'eau fournissent seuls une solution pratique des transports industriels; mais que si les générateurs à vaporisation instantanée et à combustible liquide ont permis aux véhicules légers de se développer, il reste encore quelques difficultés à vaincre en ce qui concerne les véhicules lourds. C'est ainsi qu'il signale l'intérêt que présenterait un condenseur efficace, et qu'il fait ressortir les difficultés inhérentes au décrassage lorsqu'on emploie des charbons gras. L'application éventuelle des turbines a été discutée; les difficultés de leur emploi sur les voitures résultent, d'une part de l'imperfection relative des turbines de faible puissance, d'autre part de l'importance des effets gyroscopiques auxquels donne lieu la grande vitesse dont elles doivent être animées.

La question du moteur à pétrole a été traitée par M. Gaillardet, qui a fait ressortir combien il est important de rassembler autant que possible la masse gazeuse au-dessus du piston, et de réduire le volume des chambres à soupapes. Après avoir donné quelques indications sur les qualités de matériaux à employer pour la construction des soupapes, des arbres à manivelles, etc., il a traité la question du calcul des volants, puis examiné les divers modes de régulation, en insistant sur l'importance d'un bon régulateur. Pour M. Gaillardet, la compression la plus avantageuse est d'environ 5 kilogr.; la meilleure vitesse de piston, 3^m5 à 4^m5 par seconde.

La question des soupapes d'admission automatiques et des soupapes commandées a été l'objet d'une longue discussion, sans qu'il en soit ressorti une conclusion bien nette dans un sens ou dans l'autre. Nous avons déjà exposé ici les avantages que présentent les soupapes commandées (1) : on pourrait y ajouter que la commande des soupapes permet de reculer la vitesse qui correspond au couple maximum. D'autre part, la complication qui résulte de cette commande ne constitue pas un inconvénient grave. M. Bocandé a fait remarquer que la régulation du moteur par variation de l'échappement n'était possible qu'avec les soupapes automatiques. Quant à la puissance du moteur, il semble qu'elle ne soit pas très différente dans un cas ou dans l'autre. La question, on le voit, appelle des recherches plus précises. La tension à donner aux ressorts, dans le cas des soupapes automatiques, a été le sujet d'une discussion. M. Lumet, d'accord en cela avec M. L. Bollée, préconise des ressorts durs, qui ont l'avantage de donner une fermeture rapide à la fin de l'aspiration.

La question des carburateurs, traitée par M. Lumet, a amené la discussion sur la longueur du tube qu'il convient de réserver entre le carburateur et le moteur. Certains constructeurs montent le carburateur immédiatement sur le moteur, alors que d'autres intercalent à dessein une longue tuyauterie. Il a paru ressortir d'un échange d'idées à ce sujet qu'il fallait donner une certaine longueur au tuyau d'aspiration (afin de faciliter le mélange des gaz), mais que l'exagération de cette longueur, pouvait faire craindre des condensations pendant la saison froide.

M. Pollak a communiqué une observation intéressante qu'il a faite avec un moteur dont le cylindre était muni d'une fenêtre d'observation en verre : lorsque le moteur était alimenté par un carburateur à giclage, la flamme était jaune; lorsque le même moteur était alimenté par un carburateur à léchage, la flamme était bleue, indice d'une meilleure combustion.

L'allumage a donné lieu à un grand nombre d'observations intéressantes, dont l'une des plus importantes est sans contredit l'influence du mode d'inflammation sur la nature de l'explosion. De même qu'une charge de poudre brûle avec une vitesse différente suivant qu'elle est allumée par une flamme ou par une charge de fulminate (on sait qu'une charge de dynamite brûle lentement si on l'allume avec une allumette, alors qu'elle donne une explosion brisante sous l'action d'une amorce), de même le mélange gazeux enflammé par tube incandescent brûle plus lentement que lorsque la déflagration est produite par une étincelle électrique. M. Pollak a signalé la différence de puissance d'un moteur, suivant que les fils de la bougie sont effilés, de façon à donner une effluve, ou arrondis de façon à fournir une étincelle nette; l'explosion est beaucoup plus forte dans ce dernier cas. M. Arnoux conseille de provoquer l'étincelle entre deux fils croisés présentant ainsi des surfaces arrondies.

M. Arnoux a également présenté quelques remarques intéressantes au sujet des bobines d'allumage. Les trembleurs ordinaires, qui donnent environ quatre-vingts étincelles par seconde, sont devenus insuffisamment rapides pour les moteurs à très grande vitesse; on a remédié à ce défaut par l'emploi des trembleurs apériodiques, ou atoniques, qui reviennent au repos après chaque émission de courant. Il s'écoule ainsi un temps déterminé entre l'établissement du contact et la formation de l'étincelle. Ce temps conduit à donner une avance à l'allumage plus grande avec une bobine à trembleur qu'avec une bobine sans trembleur; mais, ainsi qu'on le voit, cette différence d'avance n'est qu'apparente.

Le mode d'allumage influe néanmoins d'une façon très sensible sur la valeur de l'avance; c'est ainsi que M. Brazier a constaté que l'allumage par magnéto et étincelle de rupture ne nécessitait qu'une avance plus faible que dans le cas de l'étincelle de tension, et permettait de conserver constante l'avance à l'allumage. Il a fait de même d'intéressantes observations en ce qui concerne la nature des métaux entre lesquels se produit l'étincelle de rupture : le fer et le nickel donnent des résultats supérieurs au platine.

Les questions relatives à l'allumage ont été résumées par M. Lumet dans un rapport où il expose, avec diagrammes à l'appui, les relations entre l'allumage et la carburation, et l'influence de l'intensité de l'étincelle.

La question du refroidissement des moteurs a fait l'objet d'une étude de MM. Grouvelle et Arquembourg, qui ont constaté que la quantité de chaleur à enlever au moteur, par unité de puissance, diminue lorsque la puissance augmente, et que, à puissance égale, elle augmente avec le nombre de cylindres : ces résultats s'expliquent d'ail-

1. Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 17, p. 265.

Digitized by Google

leurs par le fait que la quantité de chaleur à soustraire est fonction de la surface des parois à refroidir, alors que la puissance est fonction du volume.

Il existe deux types nettement distincts de radiateurs : les radiateurs à ailettes, et les radiateurs alvéolaires, ou « nids d'abeilles ». Les rapporteurs donnent la préférence aux premiers, en raison de ce que les seconds contiennent quelquefois plus de 6 000 tubes, soit 12 000 soudures, et que, par suite, la construction en est plus délicate et surtout la réparation plus difficile.

Après examen des divers types de pompes (centrifuges, à engrenages, à palettes), ils donnent la préférence à la pompe centrifuge, bien que son débit diminue rapidement avec la vitesse ; mais elle a l'avantage d'une usure très faible et d'une grande simplicité.

M. Forestier a fait ressortir, à ce sujet, que le but à atteindre était surtout d'empêcher la culasse et les soupapes de trop s'échauffer, que le refroidissement artificiel du cylindre était moins nécessaire, attendu que la détente des gaz tendait à le produire. A cet égard, il a rappelé qu'à l'Exposition de 1900 figurait un moteur à refroidissement sans eau ni ailettes, dont le cylindre, très massif, emmagasinait la chaleur pendant l'explosion pour la restituer pendant les autres phases ; cette idée, très rationnelle, n'a peut-être pas été envisagée avec tout l'intérêt qu'elle méritait.

Un rapport sur le concours de « silencieux » (pots d'échappement), organisé au commencement de l'année par l'Automobile-Club, a été annexé aux travaux du Congrès : la conclusion est que, d'une façon générale, plus ces appareils sont silencieux, et plus ils sont résistants au passage des gaz brûlés, en diminuant ainsi la puissance du moteur. Aucun appareil n'a paru réunir complètement les conditions requises ; le compte rendu décrit les meilleurs appareils expérimentés (Ossant frères, de Retz, Arnaud, Ravel).

La première section a terminé ses travaux par la discussion d'un mémoire de M. Gérard Lavergne sur les moteurs divers (à combustion progressive, à gaz comprimés, à éther, acétylène, etc). Bien qu'aucun de ces moteurs n'ait reçu jusqu'ici d'application réellement pratique sur les voitures automobiles, le moteur Diesel paraît présenter des qualités (combustion parfaite, économie, absence d'appareils d'allumage, etc.) qui sont de nature à faire sérieusement envisager son emploi.

Deuxième section : *Véhicules électriques.* M. Hospitalier, président.

M. G. Rosset a présenté un rapport sur les couples électriques, dans lequel nous signalerons une étude sur l'accumulateur au nickel, et d'intéressantes considérations sur l'accumulateur au plomb.

M. Lavezzari a traité la question des accumulateurs au plomb à oxyde rapporté ; les conclusions de son mémoire sont que, depuis 1900, l'accumulateur a légèrement progressé, mais les améliorations n'ont porté que sur des détails (meilleure construction, étude plus parfaite des accessoires, tels que bacs, séparateurs et connexions).

MM. Faget et Nodon ont présenté respectivement des mémoires sur leurs transformateurs de courant alternatif en courant continu.

Les transmissions ont fait l'objet d'un rapport de M. Level, qui a étudié successivement l'avant-train à cheville ouvrière, les moteurs à l'avant avec essieu à pivots, et la commande des roues arrière.

M. Perret a présenté un mémoire sur les combinateurs, et M. Rechniewski une étude sur les moteurs d'automobiles.

M. René Kœchlin a décrit le trolley automoteur (traction sur route par fil aérien).

Enfin, les voitures mixtes ou pétroléo-électriques ont fait l'objet de deux rapports, l'un de M. Lumet (système Krieger), l'autre de M. Louis Lohner. Ce dernier renferme une intéressante classification des voitures mixtes, ainsi qu'un exposé historique de la question très complet. L'auteur conclut en faveur de la voiture sans accumulateurs, dans laquelle la transmission électrique remplace simplement le train d'engrenages, et il exprime le désir de voir organiser au prochain Salon une exposition méthodique de ces véhicules.

Troisième section : *Transmission ; châssis et leurs organes.* M. Delaunay-Belleville, président.

M. Louis Lemoine a présenté sur la question des essieux un rapport très documenté. Le métal auquel il donne la préférence est le fer à grain fin (35 kilogr., 25 à 27 %) avec fusées cémentées et trempées. Il décrit d'une façon très complète les divers types d'essieu directeur, et donne des renseignements intéressants sur la fabrication des essieux creux, en acier au nickel, pour voitures de course.

M. le commandant Ferrus a étudié la question des roues. Il fait ressortir la supériorité de la roue en bois, en raison de sa plus grande rigidité transversale, et il étudie en détail sa construction et ses rapports avec celle de l'essieu. Des chapitres intéressants sont consacrés aux roues-disques, formées de tôles embouties, et aux roues élastiques.

M. Michelin, dans un rapport sur les bandages élastiques, s'occupe plus spécialement de la question du pneumatique. Il insiste sur l'importance qu'il y a à choisir des pneus de forte section ; il fait remarquer que depuis quelques années, le pneumatique n'a subi que des perfectionnements de détail ; de l'avis de M. Michelin, l'increvabilité est irréalisable, et la solution de l'antidérapant ne lui paraît pas non plus possible.

M. Pozzy a présenté, au sujet des ressorts et de la suspension, un rapport dans lequel il préconise les flexibilités suivantes :

Voitures légères : ressorts avant, 22 à 25 millimètres par 100 kilogr. ; ressorts arrière, 25 à 30 millimètres ;

Voitures lourdes : ressorts avant, 20 à 22 millimètres par 100 kilogr. ; ressorts arrière, 25 à 28 millimètres ;

Voitures à marchandises : ressorts avant, 10 à 12 millimètres par 100 kilogr. ; ressorts arrière, 10 à 12 millimètres.

Les embrayages ont fait l'objet de communications de MM. Lelorrain (embrayage à spirale) et Hele-Shaw.

La question de la transmission entre le mécanisme moteur et l'essieu a été l'objet d'une discussion relative aux transmissions par chaînes ou par arbres brisés avec joints cardan. Ce dernier mode de transmission paraît gagner du terrain, du moins en ce qui concerne les véhicules à bandages pneumatiques et de poids modéré ; le reproche le plus grave qui paraît lui être fait réside en ce que le poids de l'essieu tournant est plus grand ; mais il faut remarquer que la transmission par joints cardan n'implique pas nécessairement l'essieu tournant (les voitures de Dion, Amédée Bollée, Draulette, donnent des exemples de transmission par cardan avec essieux fixes) de sorte que l'essieu léger et la transmission acatène ne sont nullement incompatibles.

M. H. de Sonis a fait un rapport sur les freins, et M. Carlo Bourlet a présenté une étude sur les paliers à billes et à rouleaux.

M. Ch. Astain a résumé la question des matériaux employés dans la construction ; il a examiné les méthodes d'essai mécaniques et physiques, et donné une liste des métaux ou alliages appliqués à la construction des divers organes des voitures, avec des indications propres à en préciser l'emploi.

M. Pierre Arbel, dans un rapport sur les châssis, a fait ressortir l'intérêt que présente la tôle d'acier emboutie ; le prix élevé de ces châssis est un inconvénient temporaire, qui disparaîtra lorsque la demande sera suffisante et surtout lorsque les constructeurs se seront arrêtés à des dimensions uniformes. M. Arbel estime que le type de châssis qui convient le mieux, d'une façon générale, comporte deux longerons rapprochés à l'avant pour faciliter le braquage des roues, et deux faux longerons supportant le moteur et le changement de vitesse. Il signale les châssis cuirassés, qui forment en même temps carter pour le moteur et le changement de vitesse.

La carrosserie constitue un point important, qui a été traité par M. Auscher avec les développements qu'il comporte.

Il a examiné les divers types de carrosserie qui peuvent s'adapter : 1° aux châssis sans entrée latérale ; 2° aux châssis avec entrée latérale ; 3° aux châssis spéciaux ; 4° aux châssis à moteur noyé dans le siège du conducteur ; 5° aux châssis avec moteur en dessous ; 6° aux châssis avec moteur à l'arrière. Il a montré toutes les ressources qu'offre à la carrosserie moderne, pour la construction de caisses interchangeables, l'emploi de l'aluminium et de l'acier.

M. Auscher insiste sur les avantages qui résulteraient de l'unification des dimensions de châssis, et propose d'adopter les dimensions suivantes :

Voiturettes : $1^m 80 \times 0^m 80$;
Voitures légères : $1^m 90$ à 2 mètres $\times 0^m 80$;
Voitures à 4 ou 5 places : $2^m 10$ à $2^m 20 \times 0^m 85$.

Pour faciliter le démontage et l'interchangeabilité des caisses, il y aurait intérêt à ce que le tablier et le plancher placé immédiatement en arrière fissent partie du châssis et non de la caisse.

M. L. de Clerq a présenté un rapport sur la fabrication des roues d'engrenages en Angleterre.

Quatrième section : *Efforts de traction, équipement des voitures, etc.* M. Loreau, président.

M. Gérard Lavergne a traité la question de l'effort de traction, en examinant successivement l'influence de la nature du sol, de la suspension, de la nature des bandages, et terminé par une étude des formes propres à réduire la résistance de l'air.

L'une des résistances principales, celle du bandage, a donné lieu à de nombreuses discussions, relatives à l'opportunité de réduire la surface de contact, dans le cas des pneumatiques, par l'emploi de bandes de roulement étroites.

M. Michelin a paru montrer, par des mesures directes faites avec une voiture électrique, que l'avantage reste à la bande de roulement large.

M. Lavergne a exposé diverses raisons qui lui font douter de la généralité de cette conclusion.

Digitized by Google

M. L. Périssé a présenté un rapport sur les essais de moteurs et des automobiles; il a décrit, d'abord, les divers appareils destinés à la mesure de la puissance développée (freins, dynamos-freins, dynamos-balances), ensuite les appareils destinés à l'essai des voitures au laboratoire de l'Automobile-Club.

M. Carlo Bourlet a exposé une théorie du dérapage, d'où il conclut que, pour qu'une voiture, dont les roues motrices sont à l'arrière, ait peu de tendance à faire un tête-à-queue dans un freinage brusque, il faut que :

Les roues d'arrière soient chargées symétriquement;

La charge ne soit pas trop à l'arrière;

Les pièces lourdes soient, autant que possible, au centre de la voiture;

La voiture elle-même soit très longue.

Signalons encore, parmi les travaux de cette section, le rapport de M. Mors sur les appareils de chronométrage, celui de M. Détourbe sur les lunettes pour automobilistes et sur le minimum d'acuité visuelle exigible des conducteurs, enfin le rapport de M. Ström sur le vêtement du chauffeur.

La question des gros transports a été intentionnellement laissée de côté, en raison du peu de progrès faits depuis 1900, et de l'échec de presque toutes les entreprises de transports en commun ; elle pourra sans doute utilement être reprise à un prochain Congrès.

M. Forestier a néanmoins fait remarquer que, avec les voitures chargées à 6 tonnes par essieu, il est essentiel de ne pas dépasser la vitesse de 6 kilom. à l'heure si l'on ne veut pas compromettre la bonne conservation des chaussées empierrées, et que c'est pour avoir méconnu cette condition, que la plupart des entreprises de gros transport ont augmenté dans des proportions inadmissibles les frais d'entretien des routes.

Cinquième section : *Exploitation et prix de revient; questions internationales.* M. Ballif, président.

Cette section s'est occupée de questions généralement étrangères au côté technique, telles que le transport des voitures par chemin de fer et par eau, les formalités pour le passage d'un véhicule d'un pays à un autre, etc. Signalons néanmoins un rapport de M. F.-M. Richard relatif à l'unification des dimensions de pièces d'automobiles, et notamment des filetages, des chaînes, des porte-lanternes, des pièces de pneumatiques, des châssis, des bacs d'accumulateurs et des prises de courant pour électromobiles.

La question des courses a été également discutée. Les accidents de la course Paris-Madrid ont suffisamment montré qu'il faut chercher une base de classification autre que le simple poids du véhicule. On a fait diverses propositions, les unes tendant à faire intervenir la consommation, les autres à limiter la cylindrée, d'autres, enfin, à charger le châssis d'une carrosserie déterminée. Sans se rallier plus particulièrement à l'une ou l'autre de ces propositions, le Congrès a émis le vœu que les courses devaient être maintenues et que l'on devait étudier les nouvelles conditions dans lesquelles elles auraient lieu.

F. Drouin,
Ingénieur civil,
Licencié ès Sciences.

LÉGISLATION

LÉGISLATION DES CHUTES D'EAU

A plusieurs reprises, le *Génie Civil* (1) a entretenu ses lecteurs des difficultés que suscitent les lacunes de la législation actuelle aux industriels qui veulent établir d'importantes usines hydro-électriques.

La nécessité d'apporter certaines modifications à cette législation a été généralement reconnue, mais jusqu'ici l'accord n'a pu se faire au sujet des mesures à prendre en vue de permettre de vaincre la résistance des *barreurs de chutes.*

De nombreuses propositions ont été présentées, émanant soit du Gouvernement (projet de loi Baudin-Dupuy déposé sur le bureau de la Chambre des députés le 10 juillet 1900), soit de l'initiative parlementaire (projet Guillain), soit enfin de groupes d'intéressés ou de particuliers. Les différents projets ont été examinés et discutés, tant au Congrès de la Houille blanche (2) qui s'est tenu à Grenoble en septembre 1902, qu'à la Société d'Études législatives de Paris, à la Société des Ingénieurs civils, au Congrès des Entrepreneurs de travaux publics, etc. »

Estimant que toutes les opinions avaient eu le temps de se manifester et que les arguments à faire valoir en faveur de telle ou telle solution avaient été exprimés, le Ministre de l'Agriculture, qui a dans ses attributions les cours d'eau non navigables ni flottables sur lesquels sont situées la presque totalité des chutes visées, a institué une Commission « chargée d'étudier les mesures législatives à prendre en vue d'assurer une meilleure utilisation des forces hydrauliques provenant des cours d'eau non navigables ni flottables ».

Cette Commission, présidée par M. Colson, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Conseiller d'État, comprend les auteurs des principaux systèmes préconisés, ainsi que des représentants de l'industrie hydro-électrique, des jurisconsultes, des ingénieurs et des membres de la Société nationale d'Agriculture de France (1).

Elle a tenu récemment une première session et il nous paraît intéressant de donner quelques renseignements sur ses travaux.

La Commission a tout d'abord reconnu la nécessité de prendre des mesures dans le but de sauvegarder les intérêts primordiaux de l'agriculture, dont les auteurs des projets antérieurs ne paraissent pas avoir suffisamment tenu compte. Son attention a d'ailleurs été appelée sur ce point par une note du Ministre de l'Agriculture dont il lui a été donné communication, et qui s'exprimait ainsi :

> Si digne d'encouragement que puisse être l'utilisation des eaux d'une rivière comme force motrice, on ne saurait perdre de vue que celui qui veut y avoir recours peut, en cas d'impossibilité, actionner son usine par la vapeur ou par tout autre moteur, tandis que rien ne peut remplacer, pour les agriculteurs, l'eau nécessaire à l'arrosage des terres.
>
> Dans cet ordre d'idées, lorsqu'on autorise une grande dérivation usinière, ne serait-il pas équitable de réserver aux riverains du lit naturel les moyens d'irriguer, au moins dans une certaine mesure, qu'ils aient ou non déjà usé des droits que leur confère l'article 644 du Code civil?
>
> Dans le cas où il serait impossible de laisser dans le lit naturel la quantité d'eau nécessaire pour l'exercice de ces droits, ne conviendrait-il pas d'indemniser non seulement les usagers actuels, mais encore ceux qui ayant le droit d'utiliser l'eau, n'en ont pas encore fait usage pour l'irrigation?

Le principe de réserves en faveur de l'irrigation a été admis. La question sera examinée en détail en temps utile.

La Commission a entendu l'exposé, fait par leurs auteurs respectifs, des principaux systèmes déjà préconisés, savoir : ceux de la licitation (projet de M. Michoud et de la Chambre de Commerce de Grenoble), des associations syndicales (projet Hauriou-Ader) et de la transformation des droits des riverains qui n'auraient pas encore fait usage de l'eau en un droit à indemnité (projet de la Chambre de Commerce de Lyon), ainsi que le résumé des systèmes de la concession de travaux publics (projet Baudin) et de la concession de propriété (projet Guillain).

Il lui a paru que toutes ces propositions avaient un défaut commun, celui d'apporter des modifications trop profondes à la législation actuelle. L'opinion dominante a été qu'on devait s'efforcer de toucher le moins possible à cette dernière et se borner à rechercher les mesures propres à remédier à ses lacunes.

La Commission a été ainsi amenée à séparer nettement le cas où il s'agit d'usines destinées à desservir un service public dans une mesure quelconque, et celui où il s'agit d'usines purement privées.

En ce qui concerne les usines publiques, dans l'état actuel des choses, la possibilité pour elles d'obtenir la déclaration d'utilité publique suffit pour permettre de vaincre la résistance des barreurs de chutes et aussi pour obtenir le moyen de faire passer leurs différents ouvrages à travers les terres non riveraines. Par contre, elles doivent aujourd'hui se borner à desservir les seuls intérêts en vue desquels elles ont été créées; elles ne peuvent vendre leurs résidus d'exploitation, leurs excédents de force souvent fort importants. C'est là un obstacle indéniable à l'extension de ce genre d'usines; aussi la Commission a-t-elle pensé qu'il conviendrait, à l'avenir, de prévoir la possibilité d'affecter les usines publiques à des services publics autres

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVIII, n° 23, p. 380; t. XL, n° 22, p. 366; t. XLI, n° 24, p. 384.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 24, p. 384.

(1) Cette Commission est ainsi constituée :

Président : M. Colson, Conseiller d'État. — *Membres :* MM. Beaurier, Président de la Société de Conservation des Monuments et des Beaux Sites; — Bechmann, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées; — Berthélemy, Professeur à la Faculté de Droit de Paris; — Bochet, Ingénieur des Arts et Manufactures; — Bressand, Président de la Chambre de Commerce de Saint-Dizier; — De la Brosse, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées; — Chargueraud, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées; — Cheysson, Membre de l'Institut, Président de la Société nationale d'Agriculture; — Coignet, Vice-Président de la Chambre de Commerce de Lyon; — Cousin, Directeur au Ministère du Commerce et de l'Industrie; — Dabat, Directeur au Ministère de l'Agriculture; — Duguay, Avocat; — Faure, Inspecteur des Améliorations agricoles; — Fontaine, Directeur au Ministère du Commerce et de l'Industrie; — Forgue, Professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures; — Gall, Industriel électricien; — Grandeau, Membre de la Société nationale d'Agriculture; — Gruson, Inspecteur général de l'Hydraulique agricole; — Hauriou, Professeur à l'Université de Toulouse; — Havard, Président de la Ligue agraire; — Houette, Inspecteur général des Finances; — Jozon, Directeur au Ministère des Travaux publics; — Mallen, Membre de la Chambre de Commerce de Marseille; — Massigli, Professeur à la Faculté de Droit de Paris; — Médebielle, Ingénieur des Arts et Manufactures, Membre de la Chambre de Commerce de Tarbes; — Michoud, Professeur à l'Université de Grenoble; — Périouse, Directeur au Ministère des Travaux publics; — Pillet, Professeur à la Faculté de Droit de Paris; — Pinat, Maître de forges à Allevard (Isère); — Pochet, Inspecteur général de l'Hydraulique agricole; — Rateau, Ingénieur des Mines; — Richou, Ingénieur des Arts et Manufactures; — Romieu, Maître des requêtes au Conseil d'État; — Saleilles, Professeur à la Faculté de Droit de Paris; — Sciama, Membre de la Chambre de Commerce de Paris; — Souchon, Professeur à la Faculté de Droit de Paris; — Tavernier, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées; — De Thelin, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées; Tisserand, Conseiller-Maître à la Cour des Comptes, Membre de la Société nationale d'Agriculture; — Weiss, Professeur à la Faculté de Droit de Paris.

Secrétaires : MM. Thibault, Chef de bureau au Ministère de l'Agriculture; — Trotté, Ingénieur des Ponts et Chaussées — Lévy-Salvador, Ingénieur au Ministère de l'Agriculture.

Digitized by Google

que ceux qui ont motivé leur création et de leur octroyer, de plus, l'autorisation de vendre leurs résidus au mieux des intérêts de leur exploitation commerciale. A cela pourraient se borner les innovations en ce qui concerne les usines publiques.

D'ailleurs, on le sait, c'est surtout dans le cas d'établissement d'usines privées qu'on se heurte à des difficultés, les particuliers n'ayant à leur disposition aucun moyen pour vaincre la résistance des propriétaires qui s'opposent à la création de nouvelles installations, parfois sans autre motif que celui de se faire allouer des indemnités élevées.

Il faut remarquer toutefois que ce n'est guère que dans les régions montagneuses, les pays de houille blanche, que les difficultés en question ont été rencontrées. Chercher à prendre des mesures pour y remédier et les rendre indistinctement applicables à tous les cours d'eau non navigables ni flottables paraît exagéré, ces mesures devant avoir pour résultat d'investir des particuliers de droits de coercition ou autres, armes redoutables jusqu'ici réservées aux seules entreprises d'intérêt général.

Deux moyens ont été signalés à la Commission comme pouvant être employés pour investir les usines privées de quelque importance, de droits nouveaux leur permettant de vaincre la résistance des particuliers tout en réservant l'octroi de ces droits nouveaux aux seuls cas où la nécessité s'en ferait sentir.

Le premier de ces moyens consisterait à créer une nouvelle classe de cours d'eau qui comprendrait ceux sur lesquels l'établissement d'usines hydro-électriques semblerait devoir présenter les difficultés dont il vient d'être parlé. Des décrets, rendus après enquête, désigneraient les cours d'eau ou sections de cours d'eau sur lesquels les usines jouiraient *de plano* des avantages à prévoir en leur faveur en ce qui concerne l'acquisition des droits de riveraineté, de passage à travers les terres non riveraines, etc., par le seul fait du classement du cours d'eau sur lequel elles seraient établies. Ces usines seraient autorisées, comme dans l'état de choses actuel, par un simple arrêté préfectoral.

Un autre moyen consisterait à prévoir la possibilité de conférer à toute usine privée, à titre individuel et lorsqu'une enquête en aurait révélé l'utilité, des avantages analogues aux précédents. Dans ce cas, l'usine serait autorisée par décret.

La Commission, ayant ainsi arrêté les grandes lignes de son programme d'études, a chargé un Comité de lui présenter, d'après ces bases, les propositions qui seront examinées dans une session ultérieure.

VARIÉTÉS

Contribution à l'étude de la surchauffe de la vapeur (1).

M. Petot a présenté à l'Académie des Sciences une Note sur la surchauffe de la vapeur, qu'il nous paraît intéressant de reproduire *in extenso* :

On traite d'ordinaire, dans les calculs industriels, la vapeur surchauffée comme un gaz parfait ; et l'on emploie diverses formules empiriques, parmi lesquelles la plus usitée est la suivante :

$$Q = 606{,}5 + 0{,}305\ t_1 + 0{,}48\ (t - t_1) \qquad [1]$$

due à Regnault. Comme ces formules ont été établies à une époque où l'on n'obtenait qu'une surchauffe très modérée, on peut craindre qu'elles ne soient plus suffisamment exactes, depuis que l'on atteint des températures de 300 degrés, 350 degrés, et plus, dans les surchauffeurs. Il semble donc qu'il serait utile de reprendre l'étude de la vapeur d'eau surchauffée, afin de compléter les résultats dus à Clausius, à Hirn et à Zenner.

Dans cet ordre d'idées, en partant de l'équation de Clausius, mise sous la forme

$$p = \frac{RT}{v - \alpha} - \frac{T\theta}{(v + \beta)^2} \qquad [2]$$

où θ est une fonction arbitraire de t, j'ai obtenu en général, pour l'énergie interne d'une vapeur surchauffée, l'expression

$$U = q + \rho \frac{(u' + \beta)\ (v - u)}{(u' - u)\ (v + \beta)} \qquad [3]$$

où q et ρ ont leurs significations ordinaires, et où u et u' désignent respectivement les volumes du liquide et de la vapeur saturée sèche, à la température t.

On remarquera que cette expression de l'énergie interne ne dépend ni de θ, ni de la fonction arbitraire de t introduite par l'intégration des équations de la Thermodynamique ; et qu'il y entre seulement une des trois constantes de Clausius. Cela permet de vérifier expérimentalement, d'une manière relativement simple, si un fluide donné peut être considéré comme admettant, avec une approximation suffisante, une équation caractéristique de la forme [2].

Pour cela, après avoir amené ce fluide à l'état de vapeur saturée sèche, à la température t_1, on le surchauffe jusqu'à une certaine température t, en le maintenant sous la pression ϖ_1 de saturation. En même temps, on mesure la chaleur de surchauffe Q et le volume final v. L'équation

$$Q = U - (q_1 + \rho_1) + A\ \varpi_1\ (v - u'_1) \qquad [4]$$

donne alors la valeur finale de l'énergie interne U, et l'on en déduit la constante β, à l'aide de l'équation [3]. Si maintenant on recommence un certain nombre de fois cette expérience, en faisant varier les températures t_1 et t, on devra, comme vérification, trouver toujours très sensiblement pour β la même valeur. On pourra ensuite déterminer les deux autres constantes R et α, sans particulariser la fonction θ de la température t, en opérant comme l'a fait M. Sarrau (1), pour interpréter les expériences de M. Amagat. Enfin, on établira une table numérique des valeurs de θ en fonction de t, à l'aide de la relation

$$\varpi = \frac{RT}{u' - \alpha} - \frac{T\theta}{(u' + \beta)^2} \qquad [5]$$

qui n'est autre que l'équation [2], écrite pour le cas de la vapeur saturée sèche.

Il serait, je crois, très utile de faire ces essais pour la vapeur d'eau. Regnault n'a pas, en effet, mesuré réellement la chaleur spécifique C de la vapeur d'eau surchauffée, sous pression constante, dans des conditions déterminées de température et de pression ; mais seulement la valeur moyenne C_m de cet élément, sous la pression de 1 atmosphère, pour des intervalles de température dont les limites extrêmes ont relativement peu varié. Ses expériences ne prouvent donc pas que C soit une constante, ni même qu'il faille lui conserver dans tous les cas la valeur moyenne 0,48. Hirn (2) a depuis longtemps exprimé cette opinion, et tout récemment M. le professeur Bach (3) est arrivé à la même conclusion, à la suite d'expériences qui ont donné pour C_m une valeur voisine de 0,60.

L'expression [3] de l'énergie interne donne d'ailleurs, pour la chaleur spécifique sous volume constant, la valeur

$$c = \frac{dq}{dt} + \frac{v - u}{v + \beta}\left[\frac{d\rho}{dt} + (u + \beta)\frac{d}{dt}\left(\frac{\rho}{u' - u}\right)\right] \qquad [6]$$

d'où l'on passe à celle de C. J'ai vérifié à l'aide des tables de Zenner que cette valeur de c croît avec la température, dans le cas de la vapeur d'eau surchauffée, et qu'il en est de même pour la valeur correspondante de C, aux environs du point de condensation. On arrive donc à la même conclusion que M. Bach, en supposant que la vapeur d'eau surchauffée admet une équation caractéristique de la forme [2] ; et il y a là, sinon un argument, du moins une prévention en faveur de cette hypothèse. L'expérience seule pourra élucider la question.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XL, n° 14, p. 232. et t. XLIII, n° 13, p. 198.

Traitement des minerais de cuivre à très basse teneur.

L'*Engineering and Mining*, du 6 juin, contient une intéressante étude de M. Edward D. Peters, sur les divers procédés par voie sèche ou humide qui ont été mis en pratique pour extraire le cuivre de minerais très pauvres, et qui ont donné des résultats suffisants pour être conservés.

L'auteur étudie pour chaque procédé les conditions qui en permettent l'application d'une façon économique. Ces procédés sont :

1° Fusion directe au haut fourneau avec de la chaux et de la magnésie, possible seulement et d'une façon exceptionnelle si le minerai est très riche en silice et en fer ; la dépense en combustible est énorme, mais l'emploi des moyens mécaniques pour la manutention peut permettre une grande économie de main-d'œuvre ;

2° Concentration mécanique suivie d'une fusion des concentrés au four à cuve et d'une lixiviation des tailings ; procédé bâtard qui tient à la fois du précédent et des suivants, dont il a les inconvénients sans aucun avantage correspondant appréciable ;

3° Lixiviation du minerai préalablement broyé (et grillé si c'est un sulfure) avec une solution de chlorure ferrique et de sel marin ; précipitation ultérieure du cuivre par des riblons de fer et récupération du chlorure ferrique ;

4° Lixiviation par les acides chlorhydrique ou sulfurique ; précipitation par le gaz sulfureux du cuivre à l'état de chlorure cuivreux, et récupération de l'acide sulfurique ;

5° Lixiviation par l'acide sulfureux en grand excès ; précipitation du sulfite acide de cuivre ainsi formé et soluble ; en chauffant la solution, le gaz sulfureux se dégage ; il se forme un précipité rouge-brun, critallisé et très dense se déposant rapidement, de formule $SO^3Cu\ SO^3\ Cu^2 2H^2O$; à 49 % de cuivre (procédé James W. Neill). On le lave et dessèche et on le traite ensuite au four à réverbère.

La présence de chaux et de magnésie dans le minerai grillé constitue

(1) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 639 ; t. CI, p. 941.
(2) *Théorie mécanique de la chaleur*, 3e édition, p. 435.
(3) *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, numéro du 17 mai 1902. — *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, numéro de juillet 1902, p. 143.

Digitized by Google

un empêchement absolu parce qu'elles absorbent du gaz sulfureux en quantités considérables et en pure perte ;

6° Oxydation par grillage en tas à l'air et ensuite lessivage de ces tas, par les eaux de pluie le plus souvent (procédé du Rio-Tinto) ; précipitation du cuivre de la solution par des riblons de fer. On traite ainsi des minerais de 1,5 à 2 % de cuivre, mais l'épuisement des tas n'est complet qu'au bout de cinq à six ans. Méthode économique, mais nécessitant des aires très étendues et une immobilisation de capital énorme, elle n'est possible seulement que dans des conditions climatériques bien déterminées.

Les conclusions de l'auteur sont que : les procédés 1, 2 et 6, sont trop particuliers ou trop coûteux pour être d'une application courante et qu'en général il faut s'adresser à un des trois autres procédés par voie humide. Dans tous les cas, un broyage à sec bien fait assure une bonne lixiviation ; ce broyage est indispensable si le minerai est sulfuré et doit être grillé avant lixiviation.

Régulateurs automatiques de la vitesse de filtration.

On a employé dans les travaux de filtration des eaux de Philadelphie trois modèles de régulateurs semi-automatiques dont nous empruntons la description à l'*Engineering Record*.

Le premier modèle est représenté figure 1 et est employé sur six filtres à Lower Roxborough. Il se compose d'un flotteur circulaire F en cuivre, portant un croisillon à quatre bras en fonte Y, au centre A duquel passe une tige filetée S. L'extrémité inférieure de cette tige porte un second croisillon plus petit K en cuivre, lequel peut tourner fou sur cette tige. Ce croisillon est fixé à l'extrémité évasée et dentelée d'un tube en cuivre qu'on a nommé tube télescopique, lequel s'emboîte dans un tuyau de fonte où il entre par une sorte de presse-étoupes. La tige S est en cuivre et filetée seulement à la partie inférieure ; le reste se compose d'un tube à section carrée traversant le plancher par

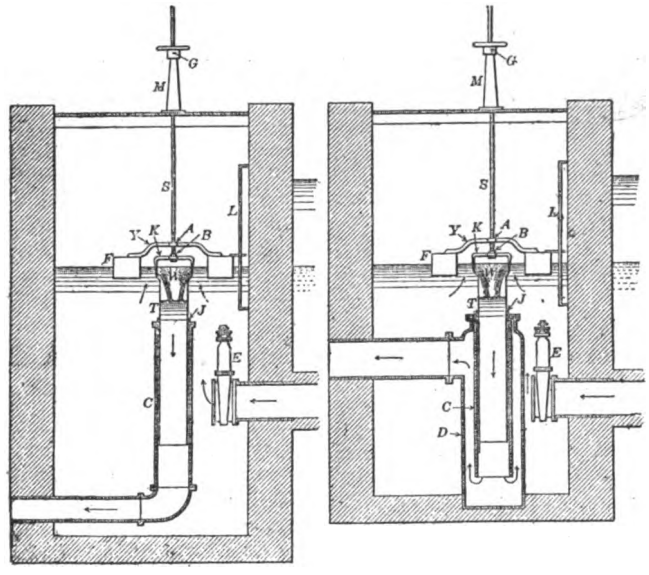


Fig. 1 et 2. — Coupes verticales des régulateurs automatiques.

un trou rond. Au-dessus du plancher sont placés un support-indicateur et un volant de manœuvre. La tige traverse le support sans lui être nullement reliée, ainsi que le moyeu du volant de manœuvre, par un trou carré un peu plus grand que sa section.

L'eau passe par dessus le bord dentelé du tuyau, produisant ainsi un certain appel sur le filtre. Pour modifier la vitesse de filtration, il suffit de tourner le volant de manœuvre, ce qui fait monter ou descendre le tube télescopique, en même temps que le niveau de l'eau monte ou descend en produisant une variation de débit.

La vitesse de filtration est indiquée par une aiguille qui se meut sur un cadran placé sous le volant en G, actionnée par un train d'engrenages relié à la tige S. La graduation du cadran est empirique.

Le point faible de cet appareil se trouve en J où il y a un joint. Trois modèles furent établis : le premier, celui que nous venons de décrire, le second constitué par une plaque mince percée d'une ouverture juste pour le passage du tube télescopique, un troisième avec joint à cuir embouti. On s'aperçut que la fuite en J était peu de chose et n'avait pas grand inconvénient. De même l'air entraîné par succion dans le tube télescopique, n'a pas d'effet fâcheux sur la marche des filtres.

En étudiant les appareils destinés à Upper Roxborough, on estima utile de relever le niveau de sortie des eaux de la chambre de régulation, ce qui fut obtenu au moyen de la disposition de la figure 2, laquelle montre clairement la modification apportée à la partie inférieure de l'appareil. Cette disposition a pour objet de prévenir tout coincement du tube télescopique. Cette modification fut également adoptée à Torresdale pour tous les filtres, moins un seul qui devait être pourvu d'un appareil différent. Tous les appareils sont calculés pour un débit de 67^{m3}500 par 24 heures et par hectare de surface filtrante avec une perte de charge maximum de 1^{m}70 d'eau sur le filtre. On a constaté que pendant la marche du filtre, l'eau provoque d'abord une vive agitation, que le tube télescopique suit les variations de la perte de charge et que l'importance de la fuite en J suit ces mêmes variations.

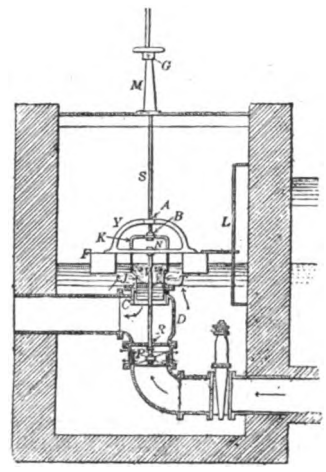


Fig. 3.
Coupe verticale du régulateur modifié.

Pour y obvier on étudia le modèle de la figure 3. Dans cet appareil, on fait arriver l'eau par le tuyau inférieur dans la chambre de régulation en lui faisant traverser une soupape à lanterne formée d'un piston équilibré dont les ouvertures sont plus ou moins en concordance avec celles de la boîte. Quand le niveau de l'eau s'élève dans la chambre de régulation, le tube télescopique remonte, mais en même temps la tige S soulève le piston P et les ouvertures d'arrivée sont masquées en partie. On peut modifier le régime d'écoulement en faisant varier la hauteur du tube télescopique. Mais il est facile de voir que dans ce modèle le niveau de l'eau dans la chambre régulatrice est pratiquement constant, variant seulement de quelques centimètres et par conséquent occasionnant une fuite minimum en J, où l'on peut établir un joint à cuir embouti.

C'est à MM. L. M. Lloyd et F. C. Dunlop que sont dues plusieurs intéressantes idées appliquées dans l'établissement de ces appareils.

Les gisements de minerais de fer du nord-ouest de l'Afrique.

Le sous-sol de la région nord-ouest de l'Afrique (Maroc, Algérie, Tunisie) est principalement constitué par des formations anciennes : gneiss, schistes talqueux et micacés, calcaires dolomitiques, qui émergent des couches récentes en une série de collines, notamment aux environs de Bône, Philippeville, Djidjelli. On y rencontre souvent des massifs éruptifs, comme sur la côte de l'Algérie, près de Nemours, de Raschgoun, de Dellys ; on rencontre des granits, des porphyres, des diorites, des basaltes aux sommets des chaînes de collines, et les points de contact des masses éruptives avec les terrains anciens sont souvent caractérisés par des gisements minéraux.

Le silurien, le dévonien, le carbonifèrien, le trias, manquent ; le jurassique forme une grande partie du Maroc et du département d'Oran ; le crétacé se trouve sur une grande étendue au nord des départements d'Alger et de Constantine et de la Tunisie, ainsi que dans le Sahara.

Parmi les minerais que l'on rencontre, celui de fer est le plus important ; on trouve aussi des phosphates, du zinc, du cuivre, de l'antimoine et du mercure.

Le *Stahl und Eisen* a publié récemment une étude sur l'ensemble de ces gisements de fer et le parti qu'on en a tiré jusqu'ici. Après les exploitations puniques et romaines, les Arabes se contentèrent de travailler sur les affleurements, comme à Mokta-el-Hadid ; Abd-el-Kader ne put réaliser les projets de mise en valeur des mines qu'il avait conçus, notamment sur le gisement de Zaccar-Kharbi, près de Milianah, et l'industrie française fut la première à tirer un parti sérieux de ces richesses. L'extraction, qui était de 475 000 tonnes en 1890, est arrivée à 600 000 tonnes en 1900 ; la tonne de minerai valait alors 9 francs. L'exportation a lieu surtout en Angleterre et en Westphalie ; les navires anglais qui apportent dans la région de la Méditerranée le coke et le charbon anglais, ou les bois de Suède, prennent facilement le minerai comme fret de retour. Le prix de transport, par tonne, varie, suivant la destination, de 8 à 9 francs depuis Beni-Saf, et de 9 à 10 francs depuis Bône et Philippeville. L'industrie minière semble devoir se développer encore, et la géologie fait espérer que d'importants gisements doivent se trouver enfouis, dans l'intérieur du continent, sous les étages récents.

Digitized by Google

Les gisements du Maroc sont à peu près inexploités, ce pays n'étant pas encore ouvert à l'industrie. En Algérie, l'attention se porte dans la partie occidentale, sur les mines de : Rar-el-Maden et Sidi-Yacoub, aux environs de Nemours; de Beni Saf, qui appartiennent à la Compagnie des mines de Mokta-el-Hadid, et dont la fosse la plus importante est celle de Rar-el-Baroud.

La fosse de Rar-el-Maden est à 7 kilom. au sud du port de Honaïne. Le minerai (hématite rouge) contient en moyenne 50 °/₀ de fer, et 7 à 10 °/₀ de manganèse. Les mines de Beni-Saf sont situées à l'embouchure de la Tafna, près de l'île de Raschgoun ; ce gisement se compose d'une série d'amas dont la puissance atteint jusqu'à 100 mètres et qui sont reliés par des ramifications plus ou moins resserrées. La teneur en fer varie de 40 à 60 °/₀ selon les régions.

Dans les départements d'Alger et de Constantine, les gisements sont nombreux et disséminés dans toute la région côtière, notamment à Djebel-Hadid et Beni-Aguil, à Gourayas, Masselmoun, près de Cherchell, etc.

D'autres dépôts, plus éloignés du littoral, se trouvent près de Sétif, Guelma, Aïn-Beida ; ce sont en général des mélanges d'hématite rouge et brune.

Les principales mines de Tunisie sont celles du district de Tabarka, qui s'étend de la frontière d'Algérie à Bizerte; le minerai s'y trouve dans le crétacé; il y en a beaucoup d'autres, dont le minerai est généralement moins pur.

A environ 170 kilom. de Tunis, vers le sud, sont des gisements très étendus, dans une région accidentée que les Arabes appellent la montagne de fer.

D'après l'auteur même de cette étude, les minerais de fer d'Algérie sont au premier rang de ceux que l'industrie métallurgique allemande importe.

Tour à rectifier les essieux montés.

Le tour, que nous décrivons ci-après, est de construction nouvelle. Il a déjà été construit en Allemagne à plusieurs exemplaires et, malgré son prix élevé, il est appelé à se répandre dans les ateliers de réparations des Compagnies de chemins de fer.

Il y a, en effet, intérêt à faire la rectification des essieux montés de locomotives ou de wagons sur des machines spéciales, bien appropriées à ce genre de travail et non sur des tours ordinaires, qui ne permettent une exécution ni rapide ni soignée. Les premières machines construites dans ce but étaient défectueuses, soit parce qu'elles ne permettaient pas d'obtenir le degré de précision nécessaire, soit parce qu'elles manquaient de rigidité, soit à cause des dispositions incommodes qu'elles présentaient, au point de vue du montage des pièces. Le *Génie Civil* a décrit l'un des types les plus récents de ces machines (1), qui figurait à l'Exposition universelle de 1900, et qui fut installé dans les ateliers de l'État belge à Malines. Cette machine-outil n'a pas donné les résultats qu'on en attendait et d'ailleurs, elle n'a été construite, croyons-nous, qu'à un seul exemplaire.

Le tour, dont nous donnons la description d'après l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, sert surtout à rafraîchir et à meuler les fusées grippées ou dépolies des essieux montés, ainsi qu'à retourner leurs points de centre. Il se compose essentiellement d'une plaque de fondation munie de deux rainures en T longitudinales, de deux poupées pouvant se déplacer sur cette plaque, de deux socles, également mobiles, supportant chacun un chariot porte-outil, d'un siège destiné à recevoir les essieux pendant le tournage des points de centre, enfin d'un mouvement pour la commande de l'essieu.

La vue en élévation (fig. 1), représente l'opération simultanée du rafraîchissage des fusées, à gauche, et de celui des centres, à droite, d'un essieu monté possédant des contre-manivelles. Dans ce cas particulier, et dans le but d'éviter une déformation, ces derniers organes de l'essieu reposent sur les pointes de supports spéciaux, démontables, fixés par une embase sur les arbres *b* des poupées mobiles. Lorsqu'il s'agit de recentrer un essieu monté, celui-ci n'est plus mis entre pointes ; il est supporté par des coussinets installés sur les socles *c* et *d*. Si l'essieu est léger, ces coussinets sont munis de simples surfaces de roulement en bronze *f*, lesquelles sont remplacées par des rouleaux *e* (fig. 3) lorsque l'essieu est lourd. Une petite toile, disposée au-dessus des coussinets, les protège contre la chute des copeaux ou des poussières d'émeri.

Le recentrage proprement dit s'effectue au moyen d'une fraise montée à l'extrémité d'une tige *h*, emmanchée dans l'arbre creux de la poupée mobile. Son extrémité extérieure est filetée et pourvue d'un écrou à volant *i*, à l'aide duquel on peut faire avancer ou reculer ladite tige. Quant au réglage des poupées mobiles, il se fait en tournant

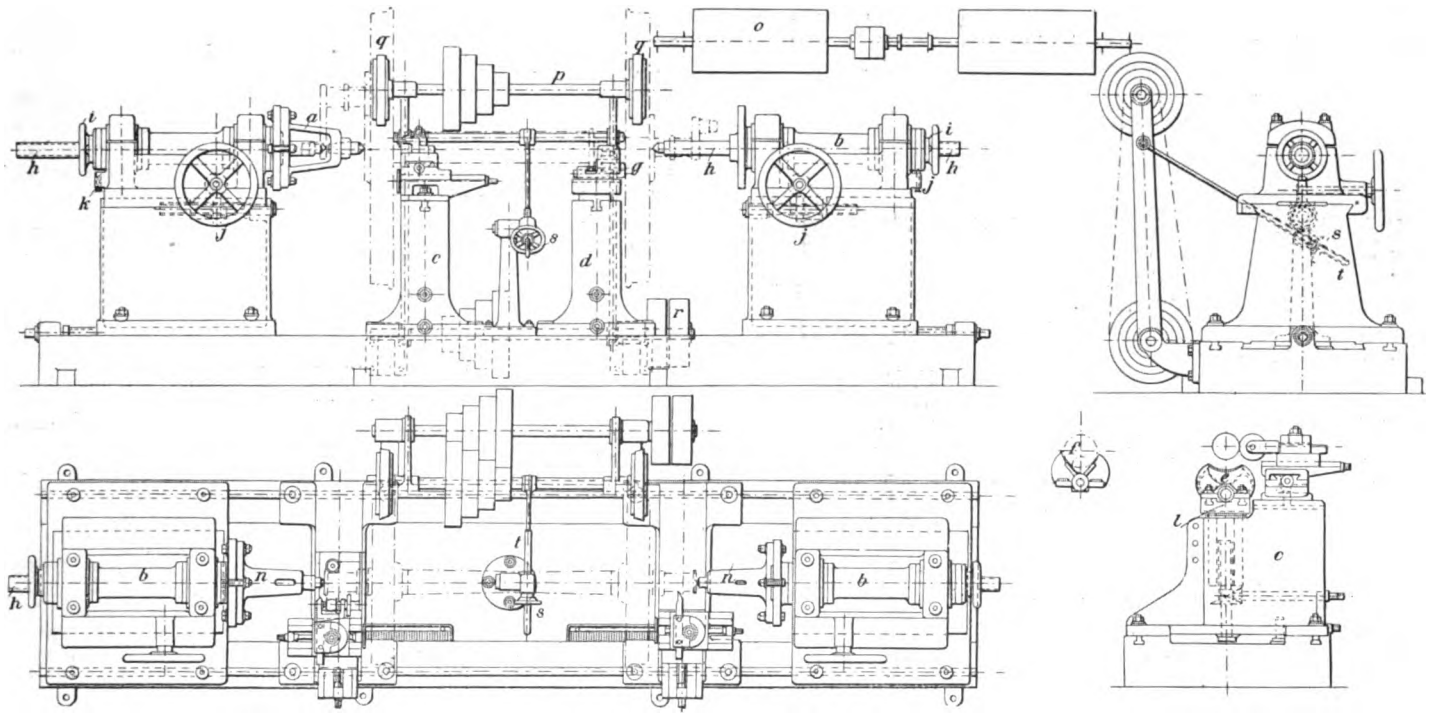


FIG. 1 à 4. — Élévation, vues en bout et plan du tour à rectifier les essieux montés.

les volants *j*, qui actionnent, par deux roues héliçoïdales, des vis dont les écrous mobiles sont reliés invariablement aux poupées.

La transmission du mouvement de rotation à l'essieu monté se fait d'une manière assez originale. Deux rouleaux de friction *q*, montés sur un arbre *p*, s'appuient sur les surfaces de roulement des bandages. Sur l'arbre *p* est calé un cône à quatre vitesses, commandé par une transmission intermédiaire, située au niveau du sol, qui reçoit son mouvement par une courroie actionnant les poulies *r*. L'arbre *p* est monté dans un cadre oscillant, ce qui permet, à l'aide du volant *s* et de la vis *t*, de presser plus ou moins fortement les rouleaux de friction contre les bandages, en vue de produire l'entraînement de ceux-ci par adhérence. Il existe une variante qui consiste à faire tourner l'essieu monté au moyen d'une courroie entourant l'un des bandages et la poulie de commande de la transmission intermédiaire.

Un autre modèle, plus petit, de tour à rectifier les essieux ayant des fusées soit extérieures, soit intérieures aux roues, a été également construit d'après le même type, mais les grands ateliers de chemins de fer, en Allemagne, paraissent donner la préférence au modèle que nous venons de décrire.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVIII, n° 17, p. 272.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 17 juillet 1903.

Présidence de M. P. Bodin, Président.

I. — M. P. Machavoine expose des *Considérations générales sur la préparation mécanique des minerais.*

Il se place plus spécialement au point de vue de l'Ingénieur-Conseil, en déterminant dans quelles conditions l'installation d'un atelier de préparation mécanique doit être étudiée avec le constructeur spécialiste.

Il s'agit d'obtenir un minerai *marchand*, en obtenant une épuration plus ou moins complète, et en se débarrassant d'une quantité déterminée de stérile ; si l'on enlève tout le stérile, les frais d'enrichissement sont trop élevés, et si on n'en enlève pas assez, la valeur marchande est moindre. Il faut donc se tenir entre ces deux extrêmes.

M. Machavoine examine un exemple montrant les conditions techniques relatives aux minerais galéneux et blendeux.

Il détermine ensuite dans quelles limites, suivant la valeur du minerai sur la mine, la distance de la fonderie, etc., on peut procéder à l'enrichissement du minerai, et donne quelques formules simples pour cette étude. Il met en garde les exploitants contre une illusion assez répandue sur la perte normale dans une laverie mécanique, qui, d'après lui, est en pratique beaucoup plus forte que ne l'indique la théorie.

II. — M. de Traz fait une communication sur la *Traction électrique et les Trains à unités multiples.*

M. J. de Traz donne tout d'abord une définition des trains *à unités multiples*. Ce sont des trains sans locomotives, homogènes, constitués d'éléments semblables les uns aux autres, dont chacun possède les moteurs nécessaires à assurer sa marche propre. Chaque élément ou *unité* peut être manœuvré individuellement. Plusieurs unités, réunies en un train d'une longueur quelconque, obéissent ensemble à la manœuvre unique d'un seul conducteur.

M. de Traz fait l'historique de la traction électrique, et note l'apparition successive des locomotives électriques comportant le transport d'un poids mort inutile, des *voitures-locomotives* utilisées pour le trafic au même titre que les voitures de remorque, et des *voitures-locomotives doubles* permettant la marche dans les deux sens. Il parle en outre, et plus spécialement, des premières applications des trains à unités multiples, imaginés par *Frank J. Sprague*, préconisés par lui dès 1885, et dont le nombre de voitures motrices s'élève actuellement en Amérique à plus de 2 000.

Il étudie ensuite les conditions d'exploitation des lignes de banlieue, et conclut à l'avantage des trains à unités multiples. Ces trains facilitent la réduction du matériel en circulation aux heures de faible trafic, ils n'exigent aucune manœuvre aux terminus, et à cause de la forte proportion de poids adhérent qu'ils permettent, ils assurent des démarrages prompts, c'est-à-dire un dégagement rapide des voies, et des vitesses commerciales relativement élevées.

Envisageant ensuite l'exploitation des métropolitains, M. de Traz combat l'emploi des trains à locomotives ou voitures-locomotives, et montre que les trains à voitures-locomotives doubles ne sont qu'une solution imparfaite. Il reconnaît que l'augmentation du nombre des voitures motrices entraîne un accroissement des dépenses d'établissement, mais émet l'opinion que cet accroissement peut être compensé, et au delà, par une économie dans la dépense de courant résultant de l'emploi de puissances supérieures. Et pour en prouver le bien-fondé, il compare deux trains de sept voitures dont deux ou trois sont des motrices de même puissance. Étudiant leur marche par la méthode graphique, et prenant comme données les chiffres les moins favorables à sa thèse, M. de Traz démontre qu'il suffirait que le parcours journalier soit d'environ 220 kilom. pour que le train à trois motrices soit plus économique que le train à deux motrices, la vitesse commerciale étant d'ailleurs la même, et la vitesse maximum restant légèrement inférieure. Le train à trois motrices aurait ce très précieux avantage de se trouver, en cas d'avarie à une motrice, dans les conditions du train à deux motrices auquel il a été comparé, et de garder par suite la même vitesse commerciale.

A. B.

Académie des Sciences.

Séance du 20 juillet 1903.

Chimie. — *Réactions catalytiques diverses fournies par les métaux ; influences activantes et paralysantes.* — Note de M. A. Trillat, présentée par M. Armand Gautier.

L'emploi du platine et du cuivre a fourni à M. Trillat l'occasion de faire quelques observations intéressantes sur les différentes manifestations chimiques que le contact de ces métaux peut provoquer et sur les influences activantes ou paralysantes qu'ils peuvent subir.

L'auteur rend compte de ses expériences qui montrent que l'action catalytique des métaux est très complexe au point de vue des réactions comme au point de vue du catalysme.

Chimie analytique. — *Sur une nouvelle méthode de recherche et de dosage des traces les plus faibles d'arsenic.* — Note de M. Armand Gautier.

Cette méthode peut être employée à la recherche des traces d'arsenic normal dans les organes, ou lorsqu'il s'agit d'expertises légales.

Elle est fondée, en principe, sur l'observation bien connue que lorsque l'arsenic existe, même en petite quantité, à côté du fer, dans une eau potable ou minérale, le fer, en s'oxydant et se précipitant, entraîne toujours avec lui tout ou partie de cet arsenic.

Les recherches nouvelles de M. A. Gautier démontrent que cette aptitude du fer est absolue et que cet entraînement de l'arsenic par le sous-sel polyferrique qui se forme est si complet, dans les conditions expérimentales où il se place, que $^1/_{1000}$ de milligramme d'arsenic, ajouté sous forme d'arsénites ou d'arséniates à 1 litre d'eau pure, ou chargée de sel marin ou d'autres sels, est entièrement enlevé par le fer et peut être exactement dosé.

Cette méthode permet de séparer et mesurer exactement une substance qui représente la *milliardième* partie de la masse en expérience.

Hydrologie. — *Sur l'application de la fluorescéine à l'hydrologie souterraine.* — Note de M. E.-A. Martel.

L'emploi de la fluorescéine pour la recherche des relations entre les pertes et les réapparitions de rivières (imaginé par Ten Brink en 1877 et de plus en plus généralisé) a donné lieu récemment à divers Mémoires ou Notes, dont certaines conclusions ont paru à M. Martel tout au moins prématurées et établissent, en tout cas, que ce sujet est très insuffisamment élucidé. Comme il l'étudie lui-même assidûment, depuis 1896, aussi bien à l'air libre que sous terre, en examinant la marche des eaux intérieures parmi les obstacles qu'elles rencontrent, il s'est proposé dans cette Note de résumer très sommairement ce qui paraît acquis actuellement sur la question.

Mécanique appliquée. — *Étude sur les déformations moléculaires d'un barreau d'acier soumis à la traction.* — Mémoire de M. L. Fraichet.

Les conclusions de ce mémoire, renvoyé à la Section de Mécanique, sont les suivantes :

Les limites d'élasticité sont essentiellement fonction de l'écrouissage du métal. Cet écrouissage dépend lui-même de l'effort appliqué, de la durée de l'application de l'effort et du temps écoulé après cette application.

La limite élastique que l'on détermine correspond seulement aux premiers glissements moléculaires ; mais on ne saurait affirmer que les éléments de volume n'ont pas déjà subi une modification permanente de structure. Il est possible qu'un effort, même très petit, appliqué à un barreau pendant un temps suffisamment long, arrive à produire une modification permanente de la structure des éléments de volume du barreau, sans qu'il se produise, pour cela, aucun glissement moléculaire permanent.

Mais les déformations permanentes totales semblent ne devenir réellement appréciables que lorsque la variation de la réluctance du barreau passe par un maximum. La charge qui correspond à ce maximum peut donc être prise comme une valeur pratique de la limite d'élasticité vraie.

Minéralogie. — *Les enclaves basiques des volcans de la Martinique et de Saint-Vincent.* — Note de M. A. Lacroix, présentée par M. de Lapparent.

M. Lacroix a déjà signalé à l'Académie l'existence d'enclaves homogènes semi-cristallines parmi les produits rejetés par les premières éruptions de la Montagne Pelée (1902). Il a recueilli depuis lors un grand nombre de matériaux nouveaux permettant de compléter cette étude. Ces enclaves sont essentiellement constituées par des plagioclases basiques, accompagnés d'hypersthène, d'augite, de hornblende et de titanomagnétite ; elles ont une structure diabasique ou une structure à deux temps distincts de consolidation, dont les éléments, toujours de grande taille, sont accompagnés d'une quantité plus ou moins grande de verre incolore. Ce sont de véritables ségrégations, plus basiques que l'andésite, formées en place et nageant dans le magma à la façon de glaçons ; elles rappellent d'une façon frappante certaines enclaves des andésites à hypersthène récentes, des andésites à hornblende anciennes de Santorin, des dacites de Milo, etc.

Physique du globe. — *Observations concernant les variations du niveau de la mer depuis les temps historiques et préhistoriques.* — Note de M. Ph. Négris, présentée par M. Gaudry.

Si l'on observe que, sur toutes les côtes de l'Asie mineure, de l'Égypte, de la Grèce, de l'Istrie, de l'Italie, les exemples d'envahissement de la mer sont nombreux, tandis que les exemples de recul de la mer sont rares et plus que douteux, on peut considérer comme démontré, dans la Méditerranée, que la mer a envahi les continents depuis 2 500 ans, et que le niveau de l'eau s'est élevé de 3 mètres.

Par des considérations analogues, on peut admettre que le point de régression limite a été atteint 4 000 à 4 500 ans avant notre époque, et que le niveau de la mer était alors d'environ 5 mètres plus bas que son niveau actuel.

Physiologie végétale. — *Sur des racines dressées de bas en haut obtenues expérimentalement.* Note de M. Ricôme, présentée par M. Gaston Bonnier.

La racine principale de la plupart des végétaux, celle de la fève notamment, se dirige verticalement de haut en bas. L'auteur a réussi à obtenir des racines de fève dressées vers le haut, au moyen d'un artifice d'expérience, à l'aide du pendule.

Une racine est suspendue de bas en haut au bout d'un fil à plomb oscillant. A chaque oscillation, cette racine est sollicitée par la pesanteur du côté gauche, par exemple, dans la première moitié de la course du pendule, du côté droit dans la seconde moitié, de sorte qu'en définitive, les deux actions contraires se contre-balançant, la racine continue à pousser en ligne droite et vers le haut, suivant la direction du fil. On réalise l'équilibre dans tous les plans en faisant décrire au pendule une ellipse et en lui imprimant un léger mouvement de rotation, à l'aide d'une torsion du fil de suspension.

Les plantes étaient placées dans un vase et orientées de façon que les racines fussent dirigées, les unes vers le bas dans leur position normale, les autres vers le haut en position renversée. Divers milieux ont été employés : terre de bruyère, sable fin, gélose. Celui qui a donné les meilleurs résultats, bien que de prime abord il paraisse bien hétérogène, est la sciure de bois humide, sans excès d'eau.

On obtient de cette façon des racines qui, dans le cas le plus favorable, se sont allongées de 18 millimètres en 24 heures, tout en restant dressées. Les racines dressées sont en tout point comparables aux racines normales.

Il était intéressant de se demander comment s'effectue la croissance dans des organes dont la position est inverse à la position normale, par rapport à la direction de la pesanteur. Il résulte d'une vingtaine d'expériences qu'aucune modification ne se produit dans l'accroissement longitudinal.

La pesanteur n'a donc ni action accélératrice, ni action retardatrice sur la croissance en longueur des racines.

Thermodynamique. — *Contribution à l'étude de la surchauffe.* Note de M. A Petot.

Nous reproduisons cette Note, *in extenso*, dans ce même numéro.

A. B.

Digitized by Google

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Gare centrale de triage, à Chicago. — Vingt Compagnies de chemins de fer desservent la ville de Chicago, qui reçoit journellement 15 000 wagons à marchandises. On conçoit que, dans ces conditions, les jonctions et les échanges doivent présenter certaines difficultés, car le nombre de chantiers de triage est de 30 et les relations qui s'établissent entre eux exigent un parcours journalier de 4 000 kilom. pour les trains de jonction seulement.

Dans le but de faciliter l'évolution du matériel et de réduire les frais généraux d'exploitation de cet important service de triage, une société s'est formée pour établir une gare centrale renfermant un chantier unique destiné à recevoir les trains de toutes les Compagnies de chemins de fer aboutissant à Chicago. Les wagons de transit y auront seuls accès; les trains à destination de Chicago-local continueront à être dirigés vers les gares propres à chaque Compagnie.

La *Revue générale des Chemins de fer* donne, dans son numéro de juin, des renseignements intéressants sur cette organisation, certainement unique, et qui avait déjà été signalée dans le *Génie Civil* (1).

La nouvelle gare centrale occupera une superficie rectangulaire de 1 500 hectares. Les voies d'accès longent les deux grands côtés du rectangle; de part et d'autre de l'axe longitudidal se trouvent deux faisceaux de voies de réception, formés chacun de 10 voies ayant une longueur qui varie de 500 à 900 mètres. Au centre même du chantier est installé le faisceau de débranchement, composé de 5 voies, surélevées en dos d'âne en leur milieu, qui commandent deux groupes symétriques de 44 voies de triage et de classement, de 760 mètres de longueur chacune. Ces voies s'épanouissent en forme de V jusqu'aux voies générales de circulation auxquelles elles sont reliées.

Des dépôts de machines, des ateliers de réparation, des magasins et entrepôts, des bâtiments d'administration et une usine électrique complètent cette remarquable installation.

Dispositifs pour accroître l'adhérence des essieux moteurs des locomotives. — Après avoir rappelé que la locomotive fournit l'effort de traction proprement dit, et, de plus, l'effort d'accélération aux instants où la vitesse du train doit augmenter, M. KELLER examine comment on obtient, aujourd'hui, des accélérations de plus en plus grandes.

Il remarque que dans bien des locomotives compound à quatre cylindres, à 3/5 essieux couplés, par exemple, deux essieux moteurs suffiraient à la propulsion, le troisième ne sert qu'à accélérer les démarrages. Cette surabondance d'essieux moteurs augmente les frais de construction et rend difficile le passage à grande vitesse dans les courbes; les trépidations et les forces d'inertie, au moment des grandes vitesses, accroissent à certains instants ce poids adhérent d'une façon excessive pour la résistance des voies et des ponts, sans avantage pour l'effort de traction. Aussi, on conçoit l'intérêt que présentent les dispositifs donnant un supplément d'adhérence pendant les démarrages seulement, ou quand le mécanicien le juge utile.

Il en est de trois sortes : essieux actionnés au moment voulu, par un cylindre auxiliaire; essieux porteurs qu'on peut coupler au besoin avec les essieux moteurs; dispositifs augmentant la charge sur les essieux moteurs en soulageant les essieux porteurs.

Une locomotive du premier type, construite par la maison Krauss, de Munich, a figuré à l'Exposition de 1900 (2); un petit piston vertical, fixé au châssis de la locomotive, permettait de faire reposer les roues de l'essieu auxiliaire sur la voie, ou de les en éloigner.

Le second procédé n'est guère appliqué que dans un type américain où un essieu porteur peut être couplé avec un essieu moteur identique au moyen d'un galet de friction appliqué, sous l'action d'un piston auxiliaire, sur les jantes des roues de ces essieux.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 4, p. 60.
(2) Voir le *Genie Civil*, t. XXXVII, n° 15, p. 265.

Le troisième genre d'appareils comporte de nombreuses variantes, suivant les combinaisons de balanciers et de ressorts qu'on fait agir sur tels ou tels essieux. M. Keller en donne plusieurs exemples, ainsi que des types de commande par cylindre auxiliaire qui font partie de ces dispositifs.

L'étude de M. Keller a paru dans le numéro du 20 juin de la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*.

Le chemin de fer électrique de Wilkesbarre à Scranton. — *Le Street Railway*, du 13 juin, consacre un article assez étendu à la description de cette ligne, qui a été établie en vue du transport des voyageurs et des marchandises. La longueur totale est de 32 kilom. L'usine, le dépôt et l'atelier de réparations sont situés à Scranton.

L'usine renferme cinq chaudières de 400 chevaux, à chauffe automatique et foyers soufflés; l'eau d'alimentation est réchauffée par l'échappement des excitatrices, des ventilateurs et des pompes. Ces chaudières alimentent deux machines principales de 2 000 chevaux verticales, cross-compound, à distribution Corliss et condensation, accouplées à des générateurs dimorphiques de 1 250 kilowatts pouvant débiter du courant continu à 650 volts ou du courant triphasé à 390 volts. L'accouplement des machines en parallèle et la répartition de la charge sont facilités par la variation de vitesse au moyen d'un régulateur, commandé depuis le tableau. Deux génératrices de 62 kilowatts servent à l'excitation.

Quatre transformateurs de 800 kilowatts chacun (dont un de réserve) sont montés en sous-sol et disposés pour être manœuvrés par le pont roulant de la salle des machines. Ils élèvent la tension de 390 à 22 000 volts pour envoyer le courant à la sous-station d'Hancock, distante de 22 kilom. La ligne est montée sur isolateurs en verre avec tiges en bois; les poteaux sont en cèdre, les portées étant de 30 mètres.

A la sous-station, l'énergie est transformée en courant continu à 650 volts par quatre transformateurs de 350 kilowatts (dont trois en marche) et deux commutatrices de 400 kilowatts.

L'alimentation se fait par troisième rail, interrompu aux passages à niveau et dans les stations.

Le matériel roulant comprend dix voitures à voyageurs, trois voitures mixtes, quatre voitures à marchandises et deux voitures de service.

On trouvera dans l'article en question des détails sur la construction de la ligne, sur les stations terminus et sur l'organisation générale.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Les industries chimiques au commencement du XX^e siècle. — Dans une conférence à la *Société Industrielle de Mulhouse* (Bulletin d'avril 1903), M. HALLER, membre de l'Institut, donne un aperçu de l'industrie chimique dans le monde.

Tout en rappelant que cette industrie est actuellement circonscrite entre trois nations, l'Allemagne, la France et la Grande-Bretagne, il signale le développement remarquable qu'ont atteint, dans certains autres pays, quelques branches particulières s'y rattachant; telle est, aux États-Unis, la production des sels de soude, la fabrication, en Suisse, des matières colorantes artificielles, etc.

Examinant les progrès réalisés depuis une quinzaine d'années dans l'industrie chimique par les principales nations qui la pratiquent, il montre tout d'abord l'essor qu'elle a pris en Allemagne. Dans ce laps de temps, en effet, le nombre d'usines créées et la population qu'elles occupent ont presque doublé; il faut aussi constater que si les importations des matières premières ont toujours dépassé les exportations, l'inverse a lieu pour les produits fabriqués.

L'auteur recherchant les causes de la prépondérance indiscutable de nos voisins, les voit dans les conséquences d'une guerre heureuse, d'un esprit essentiellement pratique, d'habitudes invétérées de discipline, dans la notion très juste de la division rationnelle du travail et dans le développement de l'esprit d'association; enfin, dans l'indépendance qu'assurent à l'Allemagne ses richesses minières.

La situation de l'industrie chimique en Angleterre est tout autre et souffre plus encore que celle de la France de l'extension allemande. Il ressort de l'ensemble des statistiques, qu'à part les exportations de 1900, le total des transactions y a progressivement diminué depuis 1890. L'un des motifs de cette dépression est l'extension toujours croissante de l'industrie chimique aux États-Unis, si favorisés sous le rapport des matières premières et dont les produits tendent à envahir les marchés coloniaux. Cette progression de l'Amérique se traduit, dans la période décennale, par une augmentation de 35,26 % dans sa production.

Un mouvement d'impulsion non moins intéressant s'est manifesté en Russie, se basant non pas seulement sur l'utilitarisme anglo-saxon, mais sur la recherche scientifique et désintéressée, sans laquelle les succès ne peuvent être qu'éphémères.

L'auteur termine son étude par un exposé de l'état actuel de l'industrie chimique française. Parmi les causes qui ont amené l'infériorité de certaines branches de notre industrie chimique, M. Haller place la cherté de la main-d'œuvre et le défaut d'organisation de nos moyens de transport. Il compte au nombre des meilleurs remèdes la réorganisation de notre haut enseignement.

La distillation de la houille en Italie. — M. MIOLATTI recherche, dans une étude publiée par la *Revue générale de Chimie*, du 14 juin, par quels moyens l'Italie pourrait s'affranchir du tribut de 25 millions qu'elle verse annuellement à l'industrie étrangère pour l'importation des substances produites par la distillation de la houille. L'auteur se demande s'il ne serait pas opportun d'établir en Italie cette industrie qui fournit le goudron, base des industries organiques. Il montre que si, par suite du manque de charbon, du régime fiscal du sel, etc., la grande industrie chimique a peu de chances de s'y développer, par contre l'industrie chimique organique pourrait y acquérir une certaine importance : il cite à l'appui de cette opinion l'exemple de la Suisse qui, moins favorisée encore que l'Italie sous le rapport géographique et économique, occupe aujourd'hui la seconde place dans les industries similaires des autres pays.

Il n'existe actuellement en Italie que deux installations de fours à coke : celle de Savone et celle de l'île d'Elbe. Le marché de vente dépasse 100 000 tonnes, dont 40 000 seulement sont couvertes par la production intérieure. L'auteur estime que si l'on voulait fabriquer en Italie la quantité de matières requises par les teintureries et les impressions sur étoffe, la production du coke métallurgique devrait être quadruplée.

Il montre pourquoi le développement de l'industrie de la distillation de la houille ne sera possible que si le producteur de coke devient en même temps consommateur et s'il base son industrie sur le profit qui dérive des produits secondaires. Le gaz se plaçant au premier rang de ceux-ci, M. Miolatti est d'avis qu'il y aurait de grands avantages à pratiquer en Italie la distillation de la houille telle qu'elle est effectuée à Everett, près de Boston, où un établissement de 400 fours Otto-Hoffmann pourvoit à l'éclairage de la ville avec le gaz riche en hydrocarbures lourds provenant de la première partie de la distillation et utilise le gaz pauvre, dépouillé seulement de l'ammoniaque et du benzol, au chauffage des fours et à la production de toute l'énergie nécessaire aux diverses opérations mécaniques et chimiques de l'usine.

Outre le bénéfice que produirait la vente de cet excès de gaz, le fait de diviser celui-ci pour deux usages différents, permettrait l'emploi d'un charbon quelconque pourvu que le coke soit bon.

L'auteur montre, en terminant, la nécessité, pour obtenir une industrie chimique italienne, de modifier le régime fiscal et surtout de donner une bonne organisation à l'enseignement chimique appliqué.

ÉLECTRICITÉ

Influence de la chaleur sur la perte par hystérésis. — Le vieillissement du fer, c'est-à-dire l'augmentation de la perte hystérétique avec le temps, a été quelquefois mis sur le compte de l'échauffement qu'il subit dans les dynamos et les transformateurs. Pour élucider ce point, M. Th. S. ALLEN a entrepris une série d'expériences dont il publie les résultats dans l'*Electrical World*, du 20 juin. Il a comparé, au moyen de l'hystérésimètre d'Ewing, la perte dans un certain nombre d'échantillons de tôles d'acier, avec celle d'un étalon. Cela fait, ces échantillons ont été portés dans une étuve, chauffée de 67 à 125° C. (93 degrés en moyenne) et leur coefficient d'hystérésis a été mesuré chaque jour pendant 180 jours.

Les résultats, traduits sous forme de courbes, montrent que les échantillons à forte hystérésis varient généralement peu, tandis que ceux dont la constante est faible accusent un accroissement notable (elle double quelquefois).

Les garanties de rendement très précises qu'on

Digitized by Google

impose maintenant aux constructeurs rendent désirables des recherches plus complètes sur ce point.

En se basant sur les résultats ainsi obtenus, l'auteur élève un doute sur l'opportunité qu'il y a à recuire les tôles.

La vingt-sixième Convention de la « National Electric Light Association ». — L'*Electrical Review*, du 6 juin, résume les travaux de cette réunion, qui s'est tenue à Chicago les 26, 27 et 28 mai. Parmi les sujets qui ont été discutés, nous trouvons les suivants : le rendement des chaudières et des foyers par A. Bement ; les voltages-types des transformateurs, par J. S. Peck ; application de lampes en série, de 4 ampères, pour l'éclairage public, par H. Halberg ; notes sur les lampes en vase clos, par W. A. Ryan ; le jeune ingénieur dans les usines électriques, par C.-F. Scott ; les turbines à vapeur, par W. L. Robb ; le chauffage par distribution de vapeur, par J. W. Glidden ; le sel comme sous-produit, par A. Dow (projet d'utilisation des vapeurs d'échappement pour l'évaporation des solutions salines) ; quelques points fondamentaux en photométrie, par H. E. Clifford ; le vol de courant, par R. L. Elliott.

Un compte rendu sommaire des travaux de cette Convention se trouve également dans l'*Electrical World* du 30 mai.

MÉCANIQUE

Recherche des tensions dans les pièces non rectilignes. — M. Tolle, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 20 juin, recherche par le calcul les efforts produits dans les pièces de machines non rectilignes et la position de leurs fibres neutres. Il applique les formules qu'il établit dans la première partie de son travail, au cas des maillons de chaînes ordinaires et calcule la valeur des tensions subies par le métal en chacun de ses points.

MÉTALLURGIE

L'industrie métallurgique à l'Exposition de Düsseldorf. — M. Babu, Ingénieur en chef des Mines, examine, dans le *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale* (2e livraison de 1903), l'industrie métallurgique allemande à l'Exposition de Düsseldorf et fait ressortir tout d'abord l'importance industrielle de cette région qui, produisant à elle seule (en Westphalie) 60 millions de tonnes de houille, soit les 54,5 % de la production allemande, possède les plus grandes usines métallurgiques de ce pays.

Il étudie ensuite les caractères généraux de cette Exposition, dont les auteurs ont surtout voulu faire grand, et constate que toutes les usines sont muettes sur leurs procédés de fabrication ; il remarque cependant que les variétés de fer couramment employées dans l'industrie deviennent de jour en jour plus nombreuses. Toutes les usines savent fabriquer et travailler les aciers au nickel, au chrome, au silicium ; elles peuvent livrer des aciers présentant une résistance à la rupture, une limite élastique et un allongement susceptibles d'être compris dans les plus larges limites. Mais ce qui frappe surtout, c'est le développement qu'ont pris les appareils de manutention des matières et les appareils de travail mécanique du fer et de l'acier.

M. Babu passe alors rapidement en revue la fabrication du coke, celle de la fonte (hauts fourneaux, machines soufflantes, appareils annexes des hauts fourneaux, épuration de leurs gaz, moteurs à gaz les utilisant), la fabrication de l'acier (procédé Thomas, procédé Martin-Siemens), le travail mécanique du fer et de l'acier (forgeage à la presse, laminage). Il termine sa note en examinant successivement les produits métallurgiques : fontes, pièces de forges, produits laminés (tôles, fers profilés, laminés spéciaux), produits moulés (moulages de fonte, aciers spéciaux pour moulages, moulages d'acier) et matériel de guerre (artillerie et blindages).

En résumé, l'Exposition de Düsseldorf fait, d'après M. Babu, grand honneur à ceux qui l'ont conçue et à toutes les usines qui y ont participé ; mais il estime, par contre, que nous n'avons pas lieu de nous effrayer, au point de vue industriel, du si rapide développement des usines allemandes : nos maîtres de forges ne se sont pas laissé devancer dans la transformation de leur outillage ; nous pouvons opposer les produits des usines de Lorraine et du Nord aux rails, aux tôles, aux poutrelles que l'industrie allemande s'efforce de faire pénétrer en France. Quant à la production des aciers et des produits spéciaux, particulièrement du matériel de la guerre et de la marine, nos usines du Centre et du Midi rivalisent avantageusement avec les usines allemandes, soit pour la grosseur des pièces, soit pour la qualité des produits obtenus. Enfin les énormes laminoirs à tôles et à blindages récemment installés à Saint-Chamond, au Creusot, ne le cèdent en rien au nouveau laminoir des usines Krupp.

NAVIGATION

Le halage électrique sur les canaux. — Dans l'*Electrical Review*, du 6 juin, M. F. C. Perkins passe en revue les principaux systèmes employés pour le halage électrique sur les canaux.

Le système Lamb, essayé sur le canal de l'Erié, et sur le canal de Finow, consiste à faire porter le tracteur par un câble d'acier monté sur poteaux.

Le système Koettgen emploie un monorail ou une voie de 1 mètre.

Le système Thwaite et Cawley comprend une voie aérienne rigide, sur laquelle roule un petit tracteur.

Le système Galliot consiste à remorquer le bateau par une sorte de petite locomotive routière.

Le système Gérard, employé sur le canal de Charleroi, est basé sur l'emploi d'un tracteur routier, alimenté par courants polyphasés.

Après avoir décrit l'installation du canal de Miami et Erié, l'auteur insiste sur l'intérêt du concours qui vient d'avoir lieu au canal de Telow (1), où l'on a étudié le prix d'installation et le prix d'exploitation par tonne-kilomètre, sur un canal de 60 kilom. de longueur, avec un trafic annuel d'un demi-million et d'un million de tonnes.

Les résultats obtenus ont été les suivants :

Système.	Prix d'installation.	Prix de la tonne-kilom.
Siemens et Halske. .	2 500 000	1,07 pfennig
Feldmann et Zehme .	(pas indiqué)	0.667 —
Rudolf	2 597 000	0.61 —
Ganz	1 007 000	0,43 —

L'article se termine par la description du système Ganz (2).

DIVERS

Conférence de l'Institution of Civil Engineers. — L'*Engineering*, des 19, 26 juin et du 3 juillet, reproduit les principales communications présentées à la conférence de l'Institution of Civil Engineers, parmi lesquelles nous relevons les suivantes :

Les grandes vitesses sur les chemins de fer, par J. C. Inglis ; — Les ponts de chemins de fer, par A. Ross ; — Les signaux automatiques, par W. J. Cudworth ; — Le dragage et les dragues à couteaux rotatifs, par J. H. Apjohn ; — La vitesse économique des grues, par A. P. Head ; — Les machines à combustion interne pour la commande des dynamos par H. Humphrey ; — Les calibres dans les ateliers, par H. J. Marshall ; — Les perforatrices à percussion, par Wrightson et Morison ; — Récents perfectionnements au matériel des mines d'or, par A. E. T. Lees ; — La régulation de la température de l'air chaud dans les hauts fourneaux, par J. H. Harrisson ; — Les machines soufflantes à vapeur et à gaz, par T. Westgarth. — La télégraphie sans fil, par E. N. Pochin ; — Les chemins de fer américains, par H. A. Yorke ; — Le trafic des chemins de fer urbains, par S. B. Cottrell ; — L'emploi des moteurs à pétrole pour la locomotion, par E. Sauvage ; — L'apprentissage dans la carrière d'ingénieur, par J. D. Cormack ; — Les arbres d'hélices, par G. List ; — La suppression de la fumée, par G. T. Beilby ; — Les types de gaz de houille, par S. Rideal ; — Les voitures routières électriques, par R. E. B. Crompton ; — Transmission et distribution par courants alternatifs simples, par E. W. Moukhouse ; — Quelques problèmes non résolus dans l'art de l'ingénieur, par W. H. Maw ; — L'équipement des docks, par W. Pitt ; — Récents perfectionnements dans les canaux, par G. Fitz-Gibbon ; — L'acier au creuset, par B. Talbot ; — Les alliages de fer, de nickel et de manganèse, par P. A. Hadfield ; — La cristallisation dangereuse de l'acier doux et du fer forgé, par J. O. Arnold ; — Les steamers rapides pour courtes traversées, par E. A. Seaton ; — Les turbines à vapeur, par Rateau ; — Le traitement bactérien de l'eau et sewage, par P. Frankland ; — Les pompes centrifuges à grande élévation, par C. W. Darley ; — L'élévation de l'eau par l'air comprimé, par P. Griffith ; — La traction électrique à grande vitesse sur les chemins de fer, par J. W Jacomb-Hood ; — Les chemins de fer électriques (position et protection du troisième rail) par W. E. Langdon

(1) et (2) Voir le *Genie Civil*, t. XLI, n° 26, p. 408.

Ouvrages récemment parus.

Leçons sur les moteurs d'automobiles et les applications industrielles de l'alcool au chauffage, à l'éclairage et à la force motrice, par L. Marchis, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux. — Un volume in 4° autographié de 570 pages, avec 200 figures dans le texte. — Vve Dunod, éditeur, Paris, 1903. — Prix : broché, 16 francs.

M. Marchis traite, dans cette série de leçons, les questions les plus actuelles, intéressant à la fois le monde scientifique, le monde sportif et le monde industriel. Après avoir résumé, dans son introduction, l'historique, les développements et l'essor actuel de l'industrie automobile, avec celles de ses manifestations qui ont fait époque, l'auteur aborde l'étude des moteurs d'automobiles, qu'il traite en cinq chapitres.

Le pétrole, ses gisements dans les États-Unis, dans le Pérou, en Europe ; l'étude de ses propriétés chimiques ; ses emplois comme combustible dans les chaudières fixes, les locomotives, les navires, font l'objet du premier chapitre.

Le second est consacré à l'alcool, produit national, et au régime fiscal qui lui est réservé, en France et en Allemagne. L'étude physique et chimique de l'alcool pur et de ses dénaturants, de l'incandescence par l'alcool, enfin de l'éclairage et du chauffage par l'alcool, y sont exposés d'après les résultats des essais récents (Concours de 1902).

Viennent ensuite les moteurs à explosion, et leurs conditions communes de fonctionnement, les qualités nécessaires aux moteurs d'automobiles, l'étude de leur refroidissement, par l'air ou par l'eau, les pompes, les radiateurs ; la distribution et la commande des soupapes ; la régulation ; les carburateurs, les systèmes d'allumage, électrique ou non. Puis l'équilibrage des moteurs, notamment des moteurs à explosion, et les vibrations qu'ils produisent dans la voiture.

Un chapitre spécial est consacré au moteur à alcool, aux réactions chimiques dont il est le siège, aux carburateurs et aux formes de construction qui lui conviennent ; enfin, deux appendices concernent l'éclairage par l'alcool et la composition des essences employées en automobilisme.

Essais des métaux. Machines et appareils, par L. Gages (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*). — Un volume petit in-8° de 140 pages, avec 51 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1903. — Prix : broché, 2 fr. 50 ; cartonné, 3 francs.

Ce volume a pour objet de faire connaître les procédés employés dans les laboratoires d'essais pour effectuer les différentes épreuves prescrites par les cahiers des charges en vue de la réception des métaux par les administrations qui doivent les mettre en œuvre. La description des machines et appareils est limitée aux organes essentiels.

L'ouvrage se divise en trois parties :

La première est consacrée à la description des machines destinées aux essais de traction (machines à leviers et machines à manomètres).

Dans la seconde, l'auteur passe en revue les essais de compression, de choc, et signale rapidement les essais de flexion et de torsion.

La troisième partie traite des essais spéciaux, tels que les essais au choc des barreaux entaillés et les essais de fabrication dont la réglementation est très variable.

Le Paysage en photographie, par J. Carteron. — Une brochure in-12 de 84 pages, avec compositions et fac-similé en photogravure. — Ch. Mendel, éditeur, Paris. — Prix : 2 francs.

Les Matériaux artificiels pour la construction moderne, par H. de Graffigny, Ingénieur civil. — Un volume in-16 de 320 pages, avec 125 figures. — J. Hetzel, éditeur, Paris. — Prix 4 francs.

Ce volume, qui fait partie du *Guide pratique du Constructeur*, donne des renseignements sur les matériaux fabriqués industriellement et entrant aujourd'hui fréquemment dans la composition des murs, plafonds, planchers, revêtements et toitures.

Le Gérant : H. Avoiron.

Imprimerie Chaix, 20, rue Bergère, Paris.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 15. N° 1104. Samedi 8 Août 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro :** 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Chemins de fer** : Locomotives compound à trois cylindres de la Compagnie du Midland *(planche XV)*, p. 225; R. Bonnin. — **Aéronautique** : Le ballon « Zeppelin », p. 227; Lt-Colonel G. Espitallier. — **Mines** : L'embouage comme méthode de remblayage, p. 232; H. Schmerber. — **Physique industrielle** : L'incandescence par le gaz, p. 234; Ch. Féry. — **Variétés** : Perforatrice électrique à rotation, p. 236; — Accidents dans la marche des hauts fourneaux, p. 236; — Appareil micrométrique pour la comparaison des longueurs en bout, p. 237.

Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (27 juillet 1903), p. 238.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 238; — Ouvrages récemment parus, p. 240.

Planche XV : Locomotive compound à trois cylindres de la Compagnie du Midland.

CHEMINS DE FER

LOCOMOTIVES COMPOUND A TROIS CYLINDRES
de la Compagnie du Midland.

(Planche XV.)

Malgré les résultats concluants obtenus par M. Webb au London and North Western par l'emploi des locomotives compound, et principalement avec celles à quatre cylindres actionnant un seul essieu moteur qu'il construit aujourd'hui, presque tous les Ingénieurs de traction anglais paraissaient jusqu'ici réfractaires à l'emploi du fonctionnement compound.

La Compagnie du North Eastern qui, comme celle du London and North Western, était, au début, entrée dans cette voie, sous l'inspiration de son ancien Ingénieur en chef, M. Worsdell, a, sous la direction de son successeur, complètement cessé de construire des locomotives compound; elle a même transformé en locomotives à simple expansion les quelques locomotives compound qu'elle avait en service.

Les succès économiques et techniques indiscutables obtenus en France, ces dernières années, avec les locomotives compound à quatre cylindres actionnant deux essieux et les résultats, on peut dire merveilleux, obtenus avec ces machines sur le réseau de la Compagnie du Nord, si fréquenté par les Anglais, ont attiré l'attention, non seulement du public, mais, surtout, des Ingénieurs de traction des grandes Compagnies anglaises. Les réseaux d'Angleterre, le pays d'origine des chemins de fer, ne pouvaient rester en arrière des Compagnies de chemins de fer continentales qui, toutes, ayant reconnu l'avantage du fonctionnement compound, ne construisent presque plus, actuellement, que des locomotives de ce système.

Aussi, est-ce stimulée par ces exemples concluants que la Compagnie du Great Western fait construire, en ce moment, par les ateliers de Belfort, une locomotive compound à quatre cylindres, type de Glehn, qu'elle met en expérience sur son réseau.

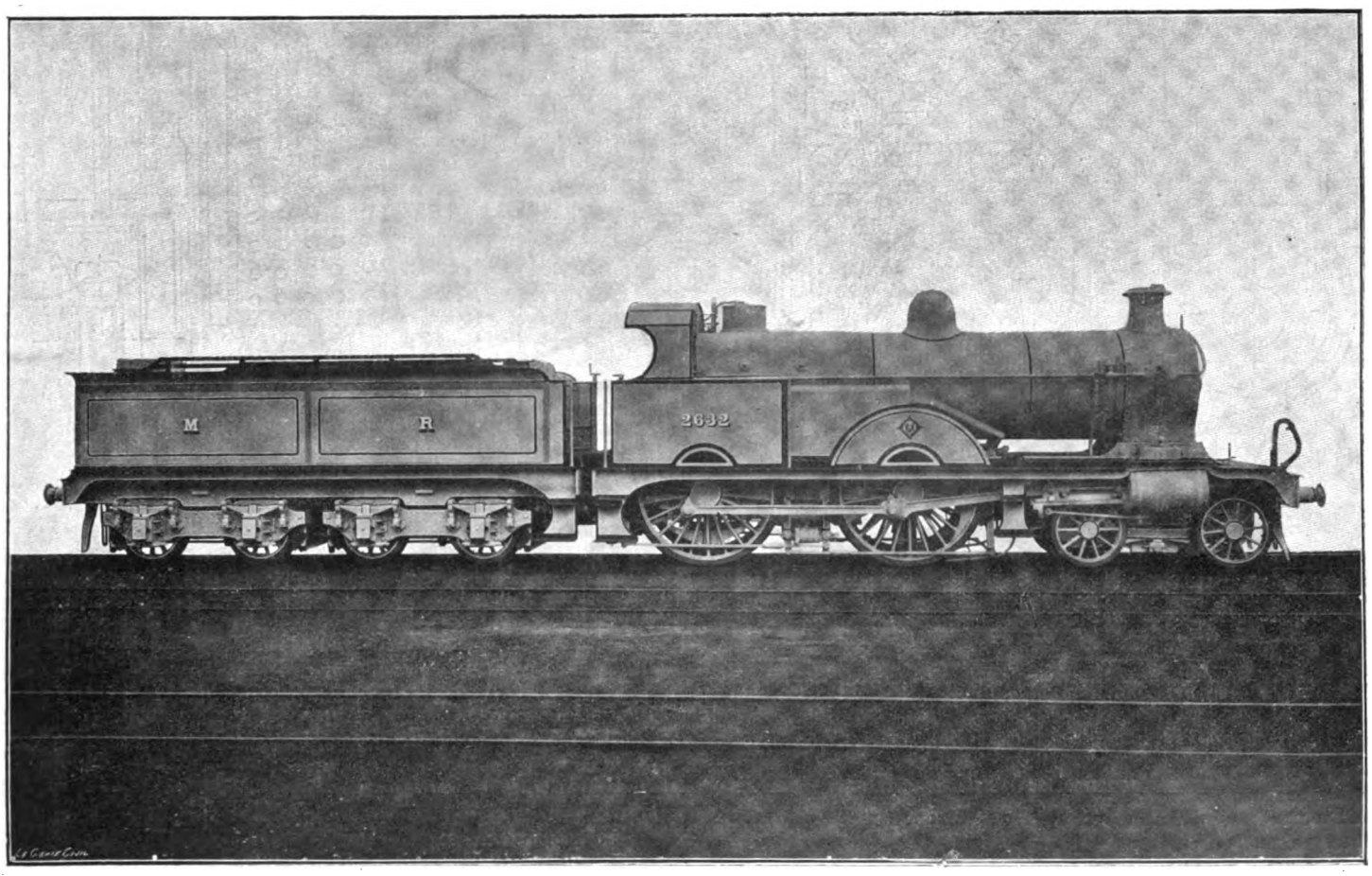


Fig. 1. — Locomotive compound de la Compagnie du Midland Railway.

M. G. Johnson, l'Ingénieur en chef bien connu de la Compagnie du Midland et dont les locomotives à grande vitesse à roues indépendantes ont été si remarquées à l'Exposition de 1900, entre également dans la même voie.

Si une grande partie du réseau du Midland ne se compose que de lignes à pentes faibles où les locomotives à roues indépendantes font un service remarquable avec des charges modérées, il est d'autres

Digitized by Google

sections, notamment dans le nord de l'Angleterre, où les rampes sont fortes, les charges remorquées élevées et où ces locomotives deviennent impuissantes, faute d'adhérence. M. Johnson avait jusqu'ici fait la traction des trains sur les sections accidentées, au moyen de locomotives à quatre essieux couplés et à simple expansion. Mais, par suite de l'augmentation croissante des charges à remorquer, ces locomotives deviennent à leur tour impuissantes et, pour faire face à cette difficulté, M. Johnson vient de faire construire, dans les ateliers de la Compagnie, deux locomotives compound qui ont été mises en service il y a quatre mois. Ce sont ces locomotives intéressantes, représentées par la figure 1, que nous allons décrire en nous aidant des renseignements que M. Johnson a bien voulu mettre à notre disposition.

Le corps de la chaudière, de forme télescopique, avec diamètre décroissant vers l'avant, a un diamètre minimum intérieur de 1m 395. Elle est formée de deux viroles de 14mm 3 d'épaisseur. Le dôme de prise de vapeur, comme tous les dômes des locomotives anglaises, est de petite dimension et placé sur la virole arrière.

Une des locomotives est munie de 261 tubes en cuivre de 44mm 4 de diamètre intérieur, et l'autre de tubes Serve de 70 millimètres de diamètre extérieur. La longueur de ces tubes est de 3m 653 entre les plaques tubulaires.

L'axe de la chaudière se trouve à 2m 592 au-dessus du niveau des rails.

Le foyer, profond, est en cuivre. Le ciel est relié à la boîte à feu au

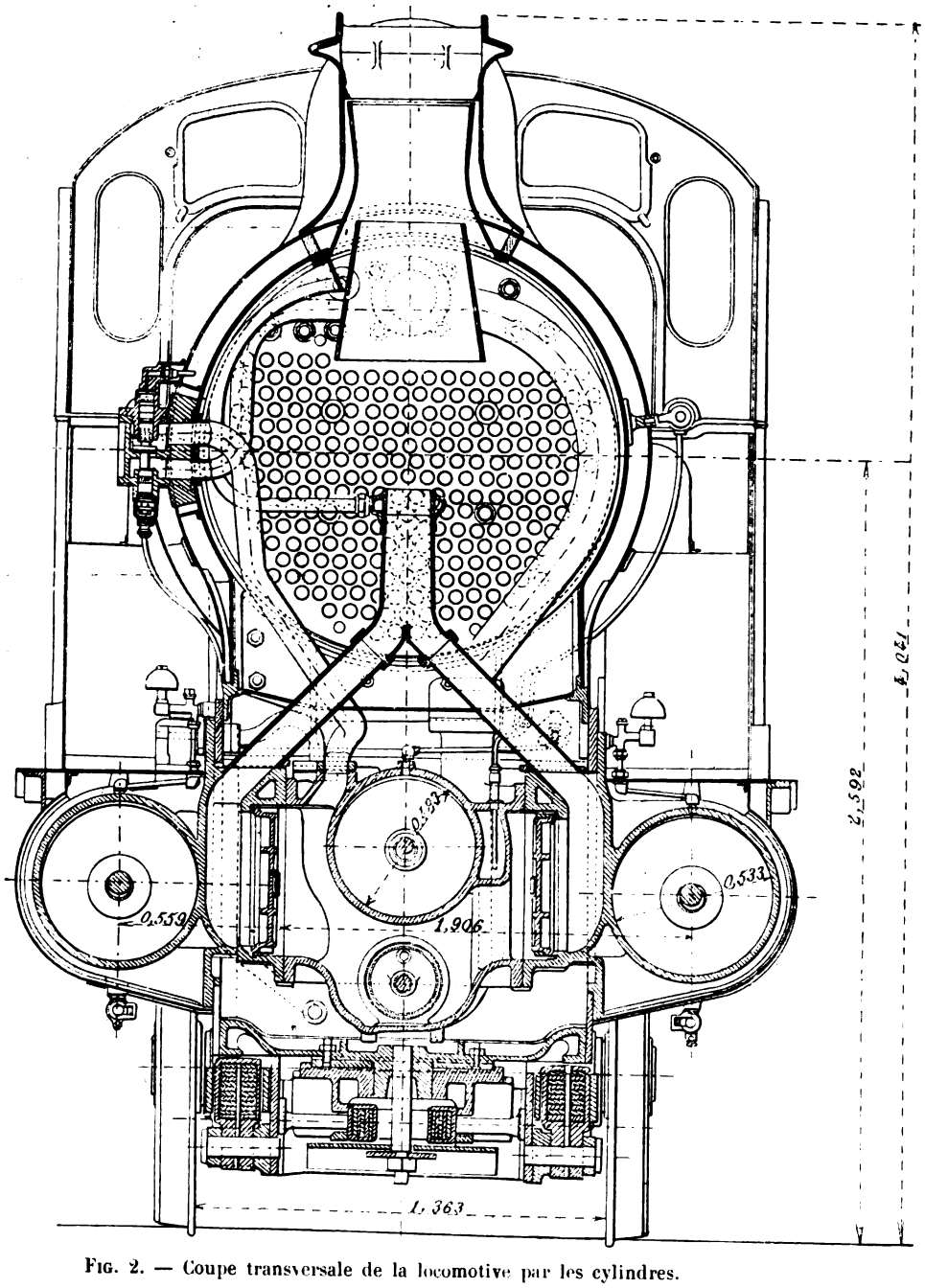


Fig. 2. — Coupe transversale de la locomotive par les cylindres.

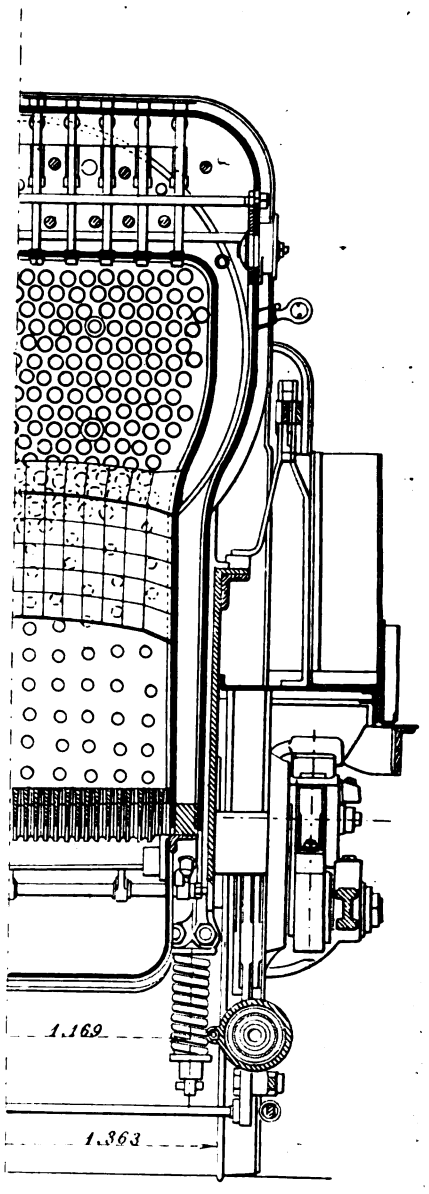


Fig. 3. — Demi-coupe transversale par le foyer.

Disposition générale. — La locomotive (fig. 1, pl. XV) repose à l'avant sur un bogie et à l'arrière sur deux essieux couplés, dont le dernier se trouve à l'aplomb de la paroi arrière de la boîte à feu. L'écartement des deux essieux couplés est de 2m 897, et celui des deux essieux du bogie de 1m 982. L'axe du bogie se trouve à 3m 507 en avant de l'essieu moteur.

Le diamètre des roues du bogie, qui est à déplacement latéral de 41 millimètres de chaque côté de l'axe, est de 1m 08, et celui des roues motrices de 2m 135.

L'essieu moteur est muni de ressorts à spirales et l'essieu couplé arrière de ressorts à lames.

Les longerons, de 25 millimètres d'épaisseur, sont intérieurs et consolidés transversalement par le massif des cylindres et par la plaque en acier moulé qui sert d'appui aux glissières des tiges de piston du petit cylindre.

Chaudière. — La boîte à feu, du système Belpaire, est rétrécie à sa partie inférieure pour pouvoir passer à l'intérieur des longerons.

moyen de tirants dont la première rangée est à libre dilatation. La grille, inclinée vers l'avant, est formée de deux rangées de barreaux et, à l'avant, d'un jette-feu. La voûte en briques occupe la moitié de la longueur du foyer et la porte, du type habituel du Midland, est munie d'un déflecteur.

La boîte à fumée, de faible dimension, est munie d'une cheminée très courte, de 0m 648 de hauteur au-dessus de la chaudière, prolongée à l'intérieur par un fourneau en tôle en forme de cône. La hauteur totale entre le niveau des rails et le dessus de la cheminée est de 4m 041. Le tuyau d'échappement, de 115 millimètres de diamètre, se trouve un peu au-dessous de l'axe de la chaudière.

Les soupapes de sûreté, à charge directe, sont placées au-dessus du foyer.

La surface de chauffe du foyer est de 13m² 95, celle des tubes lisses de 135m² 35 et celle des tubes Serve de 145 mètres carrés. La surface de chauffe totale est donc, dans le premier cas, de 149m² 30 et, dans le second, de 158m² 95. La surface de grille est de 2m² 42 et le timbre de la chaudière de 13kg 65.

Digitized by Google

Mécanisme moteur. — Le fonctionnement de la locomotive est compound avec trois cylindres placés sur la même ligne suivant l'axe transversal du bogie et actionnant l'essieu moteur placé à l'avant de la boîte à feu.

Le petit cylindre (fig. 1 et 2, pl. XV), de $0^m 483$ de diamètre et de $0^m 66$ de course, est placé entre les longerons, dans l'axe de la machine. Il est incliné sur l'horizontale et son piston actionne l'essieu moteur coudé.

Les deux grands cylindres, de $0^m 533$ de diamètre et de $0^m 66$ de course, sont extérieurs aux longerons auxquels ils sont fixés, et leurs pistons actionnent l'essieu moteur au moyen de manivelles. Le rapport des volumes des cylindres haute et basse pression est de 2,43.

Les manivelles des cylindres extérieurs basse pression sont à 90 degrés l'une de l'autre, et le coude du cylindre intérieur haute pression est placé suivant la bissectrice de ces deux angles.

Le tiroir du cylindre haute pression est cylindrique, du système Smith; il se trouve au-dessous de ce cylindre et est incliné sur l'horizontale en sens inverse de l'inclinaison du petit cylindre. Les tiroirs des cylindres basse pression sont du type ordinaire, et sont placés verticalement à l'intérieur des longerons.

La vapeur du cylindre haute pression s'échappe dans une grande chambre, formant réservoir et venue de fonte avec le petit cylindre, aux extrémités latérales de laquelle se trouvent les tiroirs plans des grands cylindres.

Chacun des tiroirs est actionné par une distribution Stephenson dont les excentriques sont placés sur l'essieu moteur intérieurement aux longerons.

L'appareil de changement de marche, manœuvré par un volant, est disposé de manière à pouvoir, à volonté, faire varier simultanément les admissions dans les cylindres haute et basse pression, ou bien rendre indépendantes l'une de l'autre les admissions dans ces deux groupes de cylindres.

En réalité, cette locomotive est une machine compound à deux cylindres dont on a dédoublé les cylindres basse pression. On équilibre ainsi ses moments de rotation autour de l'essieu moteur, mais en conservant sur ce seul essieu tout l'effort de traction.

Pendant le fonctionnement compound, la pression dans le réservoir varie, suivant la position du levier de changement de marche, entre $2^{kg} 80$ et $4^{kg} 20$.

Pour les démarrages et dans le cas de la remorque de trains lourds sur de fortes rampes, on peut, tout en envoyant la vapeur de la chaudière dans la boîte à vapeur du cylindre haute pression, envoyer simultanément, au moyen d'un appareil placé sur le côté de la boîte à fumée, la vapeur de la chaudière dans les boîtes à vapeur des cylindres basse pression, c'est-à-dire dans le réservoir. Cet appareil règle automatiquement la pression maximum d'admission de cette vapeur dans les grands cylindres et, lorsque cette pression maximum prévue est atteinte, l'appareil ferme automatiquement l'arrivée de la vapeur dans le réservoir. De plus, un robinet, mis à la portée du mécanicien, permet à celui-ci de régler, suivant les besoins, la pression de la vapeur envoyée directement de la chaudière dans les grands cylindres. Cette disposition permet d'augmenter momentanément l'effort de traction et cela aussi longtemps qu'il est nécessaire.

Des essais faits avec l'indicateur ont permis de comparer les deux modes de fonctionnement à la faible vitesse de 16 kilom. à l'heure. Avec le fonctionnement compound, le travail était de 141 chevaux dans le petit cylindre, de 198 chevaux dans les grands, soit un total de 339 chevaux, tandis que, par l'admission simultanée de la vapeur de la chaudière dans les deux groupes de cylindres et à la même vitesse, le travail du petit cylindre était de 59 chevaux, celui des grands cylindres de 596 chevaux, soit un total de 655 chevaux. L'admission dans les cylindres haute et basse pression était respectivement de 69 et 78 °/₀ et la pression au réservoir était de $11^{kg} 20$, celle de la chaudière étant de $13^{kg} 65$.

On remarquera combien, avec cette disposition, est considérable la différence de travail entre les deux groupes de cylindres, celui à haute pression ne produisant plus qu'un travail insignifiant.

Le tableau ci-après résume les caractéristiques de ces machines.

Données principales de la locomotive :

Cylindres	Diamètre	H. P. millim.	0,483
		B. P. —	0,533
	Course	—	0,660
Rapport des volumes des cylindres H. P. et B. P.			2,43
Diamètre des roues motrices		mètres	2,135
Timbre de la chaudière		kilogr.	13,650

		Tubes lisses.	Tubes Serve.
		—	—
Surface de chauffe	Foyer	m² 13,95	m² 13,95
	Tubes	135,35	— 145 »
	Total	m² 149,30	m² 158,95
Surface de grille			2,42

Poids en service	Bogie	tonnes	20,6
	Essieu moteur	—	19,6
	Essieu couplé	—	19,3
	Total	tonnes	59,5
Poids adhérent		tonnes	38,9

Effort théorique : $\frac{13{,}65 \times \overline{48{,}3}^2 \times 66}{213{,}5} \times 0{,}75 = 7\,383$ kilogrammes.

Poids du tender à vide	tonnes	30,1
Poids du tender en service	—	52,6
Poids total (locomotive et tender) en service	—	112,1

Résultats obtenus en service. — Ces locomotives font le service des trains express, sur la section de Leeds à Carlisle faisant partie de la grande ligne du Midland qui relie Londres avec l'Écosse. Cette section d'une longueur de 182 kilom. est difficile et comporte, outre de nombreuses courbes, des rampes continues très longues, dont deux de 10 millimètres par mètre qui atteignent une longueur moyenne de 24 kilomètres.

Ces locomotives ont une grande douceur de roulement aux plus grandes vitesses et démarrent facilement. Leur consommation en eau et en charbon est faible, aussi bien lorsque ces machines remorquent de lourdes charges que lorsqu'elles remorquent des trains légers.

Il résulte d'un certain nombre d'essais que, avec une charge remorquée moyenne de 157 tonnes, la consommation de charbon par tonne kilométrique du poids total a été de $0^{kg} 036$ et, pour une charge remorquée moyenne de 251 tonnes, également de $0^{kg} 036$, pour le parcours entre Leeds et Carlisle. Pour le parcours inverse entre Carlisle et Leeds, avec une charge moyenne remorquée de 153 tonnes, cette consommation moyenne a été de $0^{kg} 027$. La vaporisation par kilogramme de charbon a été, dans ces différents essais, de $8^{kg} 4$.

Avec un train dont le poids total était de 282 tonnes, dont 174 de poids remorqué, la vitesse moyenne atteinte sur la rampe continue de 10 millimètres a été de $69^{km} 5$ à l'heure et, sur la pente inverse également de 10 millimètres, la vitesse moyenne obtenue a été de 128 kilom. à l'heure.

Un train d'essai a parcouru sans arrêt la section entière de Carlisle à Leeds. Pendant ce parcours, on a relevé un certain nombre de courbes d'indicateur à différents points entre Carlisle et le sommet de la rampe à Ais-Gill, c'est-à-dire sur un parcours de 78 kilom. Le travail moyen relevé a été de 909 chevaux, et le travail maximum sur la rampe de 10 millimètres, de 973 chevaux. Dans ce dernier cas, la vitesse était de 66 kilom. à l'heure, avec admission de 63 °/₀ dans le petit cylindre et de 57 °/₀ dans les grands. Le régulateur était à demi ouvert et la pression au réservoir de $5^{kg} 60$; une faible quantité de vapeur vive était admise dans le réservoir. Le petit cylindre produisait un travail de 327 chevaux, et les deux grands respectivement 342 et 304 chevaux.

Dans ces conditions, en admettant une consommation de vapeur de 10 kilogr. par cheval-heure, la production de vapeur par mètre carré de surface de chauffe aurait été de : $\frac{9730}{150} = 65$ kilogr., c'est-à-dire inférieure à la production maximum de vapeur que cette chaudière peut effectuer. Des essais ultérieurs ont permis d'estimer que la puissance maximum de cette locomotive varie entre 1 100 et 1 200 chevaux.

R. Bonnin.

AÉRONAUTIQUE

LE BALLON « ZEPPELIN »

Une courte information des journaux allemands nous apprenait, il y a quelques jours, que le lieutenant-général comte de Zeppelin renonçait définitivement à poursuivre son entreprise de navigation aérienne et s'était décidé à vendre le matériel de son ballon dirigeable.

Une résolution aussi radicale, toutefois, a ému les amis et admirateurs de l'inventeur allemand. Il leur a semblé qu'au lendemain du succès remporté par le ballon français des frères Lebaudy, le moment était venu au contraire de tenter un suprême effort et ils ont ouvert une souscription pour réunir le capital relativement modeste de 400 000 marks, reconnu indispensable pour continuer les essais.

Fort de l'expérience acquise, le comte de Zeppelin apporte d'ailleurs d'assez nombreux perfectionnements à l'œuvre primitive et le nouveau ballon sera sans doute beaucoup plus petit que son aîné.

Un certain découragement était bien naturel après la déconvenue des premières tentatives.

Les expériences ont jusqu'ici, d'après l'*Allgemeine Zeitung*, dévoré un million de marks, dont la moitié a été prélevée sur la fortune personnelle du comte Zeppelin. Le ballon cependant n'a fait que trois ascensions, au-dessus du lac de Constance. Dans ces courtes épreuves, il a développé, pendant quelques moments, fugitifs d'ailleurs, une

Digitized by Google

vitesse assez grande et il serait regrettable — en Allemagne, ce sentiment est général — que l'on ne réussit point à réunir le nouveau capital indispensable.

Bien que nous n'ayons pas la même confiance dans les résultats favorables qu'on escompte ainsi outre-Rhin d'une épreuve définitive,

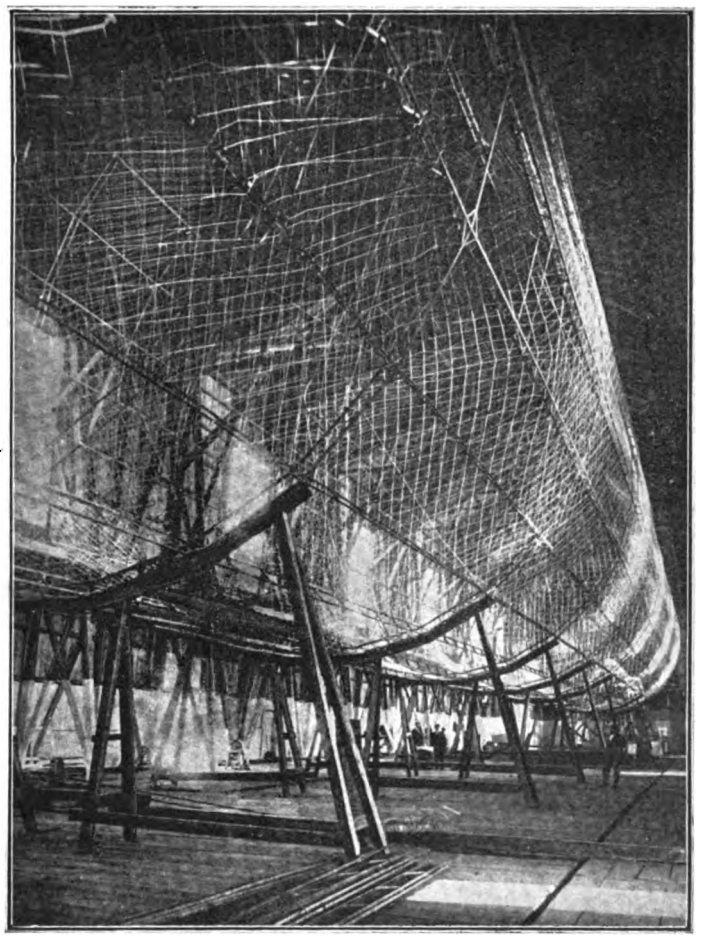


Fig. 1. — Vue de l'armature du ballon *Zeppelin*.

on ne saurait méconnaître l'effort scientifique considérable que le comte Zeppelin a déployé dans cette tentative. Son expérience porte en outre avec elle un enseignement profitable : mieux que tous les raisonnements, elle montre, à côté des progrès réalisés, les inconvénients majeurs de la solution qui consiste à chercher l'invariabilité des formes du navire aérien dans l'intervention d'une ossature rigide, solution dont le ballon *Zeppelin* était une application intégrale. Si l'on rapproche de cet insuccès relatif, le fait que les trois seuls ballons qui ont réussi jusqu'ici, en France, à décrire une courbe fermée et à revenir régulièrement à leur point de départ, les trois seuls ballons qu'on peut appeler dirigeables jusqu'à présent [*Renard*, *Santos-Dumont*, *Lebaudy* (1)], n'empruntent la permanence de leurs formes qu'à la seule pression intérieure du gaz qui les gonfle, il n'y a, semble-il, aucune raison d'abandonner ce moyen si simple et consacré par l'expérience, pour adopter l'adjonction de carcasses compliquées, surchargeant l'appareil d'un poids mort aussi énorme qu'inutile.

A divers titres et comme préface aux nouvelles expériences que l'on annonce, le ballon *Zeppelin* mérite donc qu'on le décrive, car il constitue une réalisation aussi parfaite que possible d'un principe qui, pour décevant qu'il soit à notre avis, n'en avait pas moins, et n'en a pas moins encore, de nombreux partisans, surtout en Allemagne.

C'est vers 1890 que le comte Zeppelin a commencé à faire entrer ses conceptions dans la phase expérimentale; mais ce n'est guère qu'en 1895 que furent pris les premiers brevets définissant nettement l'esprit de sa méthode, telle qu'il l'a poursuivie depuis lors.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 7, p. 97.

Il convient de mentionner les collaborateurs qui eurent une part importante dans la réalisation des appareils. Ce furent d'abord l'Ingénieur Kober et ensuite l'Ingénieur Hugo Kübler, auquel on peut attribuer les principales améliorations apportées en dernier lieu au ballon, pour les expériences réalisées au mois d'octobre 1900, au-dessus du lac de Constance. Le choix d'une surface aquatique pour servir d'aérodrome avait l'avantage de supprimer une partie des préoccupations que pouvaient faire naître ces essais, en évitant les chutes sur un sol dur et les atterrissages sur un terrain inégal ou couvert.

Une nappe d'eau se recommande à d'autres titres pour cet usage : tout corps attaché au terrain solide, disait M. V. Bassus dans une conférence, donne, en effet, prise à la force du vent; sur l'eau, au contraire, il s'oriente de lui-même, la pointe au vent, et cède tout juste ce qu'il faut pour ne point trop souffrir de sa violence. Le comte Zeppelin avait d'ailleurs les meilleures raisons pour s'installer sur le bord du lac de Constance, le roi de Wurtemberg ayant mis à sa disposition le domaine de Manzell, près de Friedrichshofen.

On construisit sur la rive un véritable village voué tout entier à l'aéronautique; mais, en dehors de ces constructions en terre ferme, le bâtiment essentiel était un vaste hangar flottant, destiné à abriter le ballon. Ce hangar en charpente mesurait 142 mètres sur 23 mètres, avec 21 mètres de hauteur; il reposait sur quatre-vingts pontons. Le plancher lui-même, de 116 mètres de longueur, était porté sur des radeaux. On pouvait à volonté le tirer hors du hangar ou l'y ramener. L'ensemble de ce dispositif était des plus commodes; on sait, en effet, combien il est difficile de faire sortir un ballon allongé de son abri, lorsque le vent le prend en écharpe, menaçant de le plier en deux à mesure que l'enveloppe gonflée apparaît au dehors. Cet inconvénient disparaît pour un hangar flottant qu'on peut orienter au vent. A Friedrichshofen, il suffisait alors de faire sortir le radeau portant le plancher sur lequel le ballon était amarré, et l'appareillage s'achevait comme si l'on eût été en terre ferme. L'ascension finie, le radeau allait chercher le ballon qu'on y amarrait de nouveau, et on ramenait le tout sous le hangar.

En l'air, le vaisseau de dimensions inusitées avait l'aspect d'un long cylindre terminé par des ogives aux deux extrémités; mais au lieu des surfaces de révolution lisses et à courbures régulières qu'on est accoutumé de voir aux ballons, les jeux de lumière et d'ombre dessinaient nettement les faces d'un prisme, mettant ainsi en évidence les membrures d'une carcasse intérieure rigide.

De pointe en pointe, le ballon avait 128 mètres de longueur. La partie cylindrique avait un diamètre extérieur de 11m 60 (11m 30 à l'intérieur), soit un allongement considérable de onze diamètres (1).

Dans le modèle définitif, une poutre armée, de 56 mètres de longueur, renforçait la génératrice inférieure sous la partie médiane du ballon, entre les deux nacelles qui avaient la forme de pontons. Accroché à cette poutre servant de rail, un poids mobile de 150 kilogr. pouvait se déplacer pour permettre de régler l'équilibre du système et la position de l'axe, à volonté horizontal ou incliné. Des gouvernails verticaux répartis à l'avant et à l'arrière, ainsi qu'un gouvernail horizontal, complétaient les dispositifs visibles.

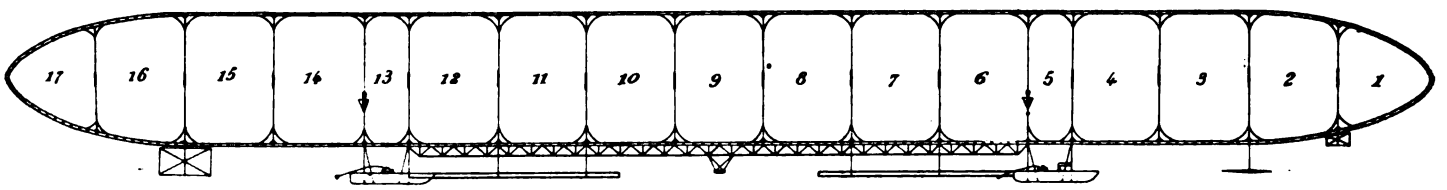


Fig. 2. — Coupe longitudinale de la carcasse du ballon.

Le ballon. — Enlevons l'enveloppe extérieure, la membrure du vaisseau aérien apparaît (fig. 1). C'est d'abord une série de vingt-quatre courbes méridiennes en cornières d'aluminium dont les assemblages sont faits au moyen de rivets également en aluminium, qu'il est facile de poser à froid. Les couples transversaux, qui maintiennent et solidarisent ces courbes méridiennes, sont ici des cercles. Le nom de cercle est sans doute impropre, car, en réalité, ces sortes de cloisons transversales affectent la forme de polygones de vingt-quatre côtés, maintenus par des tendeurs radiaux en câbles d'acier tangents à un petit cercle concentrique, ce qui achève de donner à tout l'ensemble l'aspect d'une roue de bicyclette (fig. 3). On y a ajouté, toutefois, d'autres tendeurs dessinant des polygones étoilés et complétant la rigidité du système.

Ces cloisons découpent la capacité totale en dix-sept compartiments de 8 mètres de longueur suivant l'axe (fig. 2), sauf le cinquième et le treizième, qui correspondent à la position des nacelles et qui n'ont que 4 mètres. Chaque pointe ogivale comprend deux compartiments et a, par conséquent, 16 mètres de longueur.

Autant d'alvéoles, autant de ballons élémentaires dont la forme générale est ainsi celle d'un cylindre très plat, sauf ceux des pointes. Leur enveloppe imperméable est faite en étoffe double de coton, avec

(1) L'allongement du ballon *Renard* était de six diamètres.

Digitized by Google

une très mince lame de caoutchouc interposée (0mm 10). Plusieurs couches de *ballonnine* procurent au caoutchouc de ce genre d'étoffe les avantages d'une véritable vulcanisation (1).

Le poids de l'étoffe du ballon *Zeppelin* était de 150 à 170 grammes par mètre carré, coutures comprises. Il en a été employé 7 200 mètres carrés.

Chaque ballon est pourvu, à sa partie inférieure, d'un clapet de sûreté formé d'une membrane caoutchoutée de 0m 64 de diamètre, s'ouvrant automatiquement sous un excès de pression du gaz; mais, d'ailleurs, la forme extérieure du navire étant indépendante du remplissage des petits ballons, on avait soin de remplir incomplètement ceux-ci (à 97 %), en ménageant ainsi une place suffisante pour la dilatation du gaz. Les soupapes de manœuvre étaient au nombre de cinq, réparties inégalement sur la génératrice supérieure du ballon. Ces soupapes mesuraient 0m 40 de diamètre et pouvaient évacuer 4 à 5 mètres cubes de gaz par seconde, sous un très faible excès de pression.

Enfin, le volume total des enveloppes à gaz était de 11 300 mètres cubes, le volume déplacé par la carène sous sa chemise étant de 11 578 mètres cubes.

Par suite de la division en nombreuses cellules, le gonflement ne

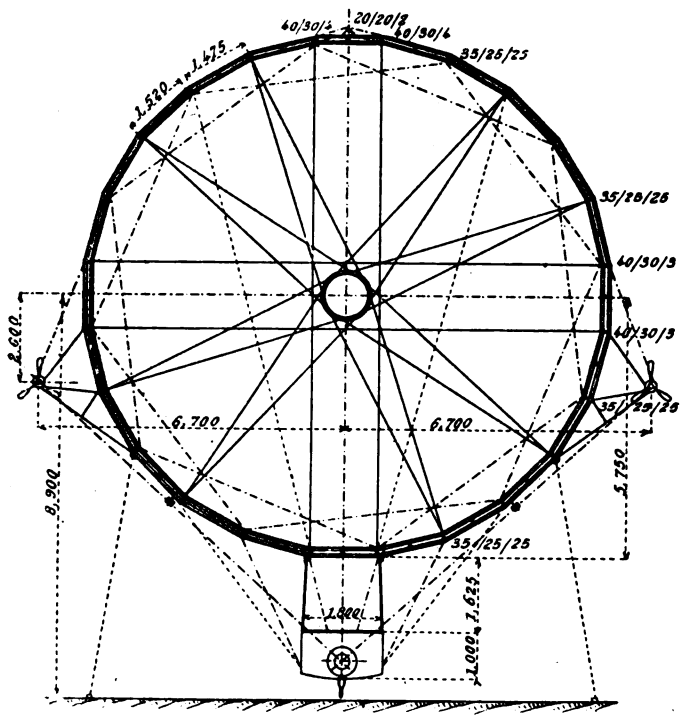


FIG. 3. — Coupe transversale par la nacelle.

laissait pas d'être assez compliqué. L'hydrogène était emmagasiné sous pression dans des tubes d'acier; ces tubes, au nombre de 2600, et pouvant fournir chacun 5 mètres cubes de gaz, étaient placés sur vingt pontons qu'on abritait dans une remise construite sur pilotis, non loin du grand hangar. Au moment du gonflement, on amenait les pontons près d'une grosse conduite longeant l'un des côtés du hangar et présentant quatre raccordements au dehors ; au dedans, dix-sept conduites de raccord permettaient de remplir tous les ballons à la fois. Le premier gonflement dura quatorze heures ; on put réduire la durée de la seconde opération, grâce à un personnel suffisant et à une bonne organisation.

La carcasse métallique était revêtue d'un véritable réseau en fibre de ramie qui contribuait puissamment à en solidariser les divers éléments, en même temps qu'il servait à soutenir l'enveloppe extérieure en étoffe chargée de recouvrir la membrure. Cette enveloppe n'est, en définitive, qu'une chemise destinée, avant tout, à assurer la continuité de forme du vaisseau aérien et à réduire au minimum la résistance que l'air lui oppose. Elle se décompose en plusieurs parties, attachées par des cordons sur les membrures méridiennes, par des boutons sur les cercles transversaux, et reliées les unes aux autres par des crochets de bottines avec entrelacs de fil métallique. Toute la partie supérieure, qui était exposée à la pluie, et les deux cônes étaient en toile imperméable pégamoïde blanche pesant 120 à 140 grammes le mètre carré ; cette étoffe était très lisse et très résistante. Pour la partie inférieure, que n'affectent ni la pluie ni la neige, on s'est contenté d'une étoffe de coton de 85 grammes par mètre carré.

L'emploi d'une semblable chemise présente un avantage certain par

(1) La *ballonnine* est une dissolution de caoutchouc dans un mélange de benzine et de sulfure de carbone. Le constructeur français, M. Surcouf, a également employé l'étoffe double caoutchoutée et la ballonnine dans la confection de l'enveloppe du ballon *Lebaudy*.

cela même que, ne touchant pas directement les enveloppes des ballons, elle forme, grâce au matelas d'air interposé, un obstacle très efficace à la transmission des variations de température extérieure qui sont les causes principales de l'instabilité des ballons suivant la verticale.

Nous avons dit que la génératrice inférieure de l'armature était renforcée par une poutre armée, aux extrémités de laquelle se trouvaient les deux nacelles ayant chacune 6 mètres de longueur, 1m 80 de largeur et une hauteur de 1 mètre (fig. 2 et 3). Chacune de ces nacelles, entièrement construite en aluminium, ne pesait pas plus de 220 kilogr. Sa suspension se composait de quatre tubes d'aluminium rattachés à l'ossature du ballon, à l'endroit où les cercles transversaux ne sont espacés que de 4 mètres, et de quatre balancines obliques en câbles d'acier. Des fils téléphoniques établissent la communication entre les deux nacelles.

Le moteur et les hélices. — Chaque nacelle porte un moteur Daimler de 15 chevaux à quatre cylindres, pesant 385 kilogr. y compris le volant, soit 26 kilogr. par cheval. Ce poids ne comprend pas l'eau de refroidissement qui, sous l'action d'une petite pompe centrifuge attelée sur le moteur, circule dans une conduite de 50 mètres en tubes d'aluminium de 28 millimètres et de 1 millimètre d'épaisseur ; ces tubes sont munis de 88 ailettes de 82 millimètres de diamètre et présentent ainsi une grande surface de radiation eu égard à la faible quantité d'eau (50 litres) qu'il s'agit de refroidir. Les grandes roues des engrenages de la transmission sont elles-mêmes en aluminium fondu, les dents étant taillées dans la masse ; mais les petites roues sont formées de cuir brut maintenu entre deux plaques d'aluminium. Cet emploi

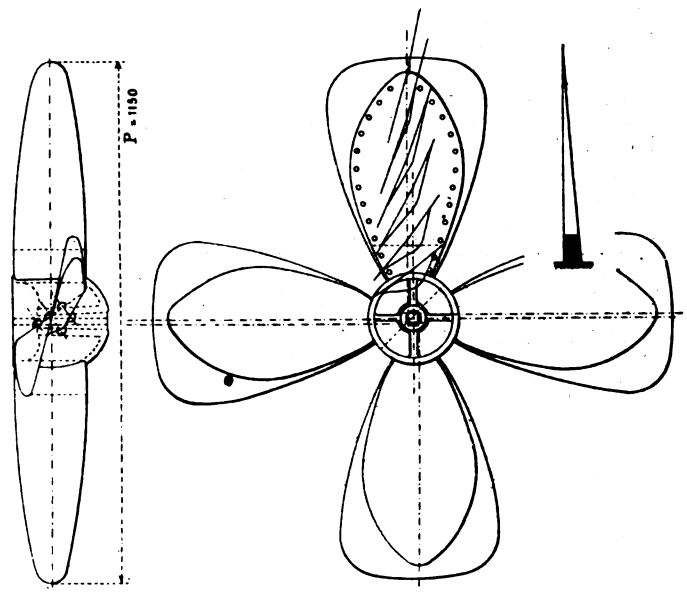


FIG. 4 et 5. — Élévation et vue de côté d'une hélice propulsive.

du cuir pour les roues dentées a justifié toutes les espérances qu'on en avait conçues, pour celles tout au moins qui tournent à grande vitesse; le bruit est considérablement atténué et l'usure est assez faible pour qu'il n'y ait pas lieu de s'y arrêter.

Les propulseurs auxquels les deux moteurs donnent le mouvement consistent, pour chacun d'eux, en une paire d'hélices disposées de part et d'autre sur le flanc du ballon (fig. 3) et sensiblement à la hauteur du centre de poussée, qui se trouve dans une position intermédiaire entre l'axe du ballon et la ligne des nacelles. Le palier de chaque propulseur est maintenu par une sorte de console en tubes d'aluminium reliée à la carcasse métallique du ballon. La transmission se fait par des engrenages d'angle et un arbre creux disposé obliquement entre la nacelle et le palier. On a pris des dispositions particulières pour atténuer les déformations qui sont toujours à craindre; les jonctions comportent des joints à la cardan en bronze d'aluminium. D'après les essais au frein, effectués sous le hangar, cette transmission absorbait 28,7 % de la force transmise. On avait ainsi, sur les arbres des deux hélices, 71,3 % de la force développée sur l'arbre du moteur. Lorsque les deux moteurs sont en pleine force et développent 30 chevaux au total, on dispose donc de 21 chevaux pour la propulsion.

L'arbre de chaque propulseur est en tube d'acier de 41,5 — 38 millimètres monté sur coussinets Sellers. Le recul est supporté par des roulements à billes.

Les hélices servant de propulseurs (fig. 4 et 5) ont été l'objet de minutieuses recherches préalables. Leurs formes, grandeur et pas, n'ont été arrêtées qu'après de nombreuses expériences de traction opérées sur un canot. Le docteur R. Emden fait remarquer avec juste raison que ces expériences ne sont pas absolument démonstratives, les effets d'une hélice dépendant dans une large mesure de sa vitesse d'avancement, et la vitesse que l'on peut obtenir avec un canot étant beaucoup plus

Digitized by Google

faible que celle d'un ballon. Elles n'en fournissent pas moins d'utiles indications sur les formes les plus avantageuses.

Le type de propulseur, auquel le comte Zeppelin s'est arrêté, est une hélice à quatre ailes, en aluminium. Bien que les hélices tournant à de faibles vitesses présentent sans doute un meilleur rendement, on est conduit, afin de leur donner une légèreté plus grande, à réduire le diamètre en accroissant la vitesse de rotation. Celle du comte Zeppelin pèse 15 kilogr. et n'a que $1^m 15$ de plus grand diamètre, le centre de gravité de chaque aile se trouvant à $0^m 75$ de l'axe; mais la vitesse de rotation atteint communément 900 tours par minute, soit une vitesse tangentielle de 54 mètres à la périphérie et de 35 mètres pour le centre de gravité. L'angle d'inclinaison moyen des palettes est de $18°5$. La surface est de $0^{m2}129$ pour une aile, soit $0^{m2}516$ pour tout le propulseur; le rapport à la surface du cercle circonscrit est ainsi de $\frac{1}{2}$.

Le diagramme (fig. 6) résume les résultats des expériences et indique, pour une vitesse angulaire donnée, la poussée horizontale et le travail en chevaux-vapeur. « Les deux courbes, écrit M. Hugo Kübler, vérifient que la résistance de l'air sur une surface en mouvement croit comme le carré de la vitesse. La rapide ascension de la courbe des chevaux-vapeur peut être attribuée au plus grand travail de frottement des coussinets, des engrenages et surtout aux oscillations des arbres obliques. Dans le cône d'air, qui se forme derrière l'hélice, de petites banderolles suspendues ne décèlent aucun tourbillon. »

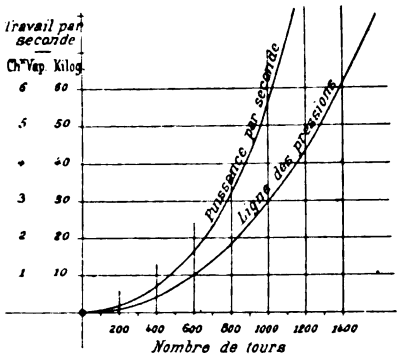


Fig. 6. — Diagramme des puissances développées par les propulseurs.

A 900 tours, la pression était de 25 kilogr. par hélice, avec une dépense d'énergie de 4,1 chevaux.

La direction était donnée au ballon au moyen d'un certain nombre de gouvernails verticaux placés à l'avant et à l'arrière (fig. 2). Ces gouvernails étaient commandés de la nacelle-avant; toutefois, le gouvernail d'arrière pouvait être également, par mesure de précaution, manœuvré de la nacelle-arrière. Chacun de ces gouvernails était formé de deux parois de pégamoïde tendues, de part et d'autre, sur un cadre quadrangulaire en aluminium. La surface totale était d'environ 9 mètres carrés.

Un gouvernail horizontal de 9 mètres carrés, disposé sous la partie antérieure du ballon, devait contribuer à la stabilité de route; mais l'horizontalité, ou une inclinaison déterminée de l'axe sur l'horizontale, était obtenue surtout par le déplacement du poids mobile de 150 kilogr. courant le long de la poutre armée inférieure (fig. 2). Dans la pensée de l'inventeur, la possibilité de donner au ballon une inclinaison quelconque devait permettre de monter ou de descendre, par le seul effet de la réaction normale que développe alors la résistance de l'air sur les surfaces obliques qui lui sont ainsi présentées par le ballon en mouvement.

La capacité totale des enveloppes était, comme on l'a vu, de 11 300 mètres cubes. Le gonflement ne correspondait qu'aux $^{97}/_{100}$ de cette capacité, ce qui représente 10 900 mètres cubes d'hydrogène dont la force ascensionnelle était de $1^{kg}049$, soit au total une force ascensionnelle de 11 500 kilogr. pour tout l'appareil.

Les charges se décomposaient ainsi :

Carcasse avec les réseaux de ramie . . . . kilogr.	4 650
Deux nacelles, leur suspension et les bâtis des moteurs	680
Transmissions, arbres, engrenages, etc.	220
Moteurs, volants, étais.	920
Propulseurs, avec les arbres de transmission, engrenages, etc.	350
Appareil réfrigérant, réserve d'essence pour dix heures, instruments, matériel de graissage . . .	480
Gouvernails	95
Passerelle	230
Poids mobile, treuil et câble.	175
Enveloppes intérieures et extérieures.	1 920
Soupapes de manœuvres, clapets de sûreté	85
Cinq hommes d'équipage	400
Sacs pour le lest	15
Poids total. . . . . kilogr.	10 220

La force ascensionnelle étant de 11 500 kilogr., on pouvait compter sur 1 300 kilogr. d'eau pour servir de lest. Cette eau était contenue dans des sacs de toile imperméable. Les réservoirs de lest étaient répartis sur toute la longueur, afin d'empêcher le ballon de se déformer sous des charges massives. Nous ferons remarquer que cette manière de procéder exige que chaque projection de lest soit prélevée proportionnellement sur tous les réservoirs, si l'on ne veut pas détruire l'équilibre réalisé de la sorte. Le ballon ainsi équipé, le centre de gravité de tout l'ensemble se trouvait à $2^m 95$ en dessous du grand axe. La disparition complète du lest ne ferait remonter le centre de gravité que de $0^m 30$. Les arbres des hélices étant placés à 2 mètres au-dessous de l'axe, l'on peut estimer que celles-ci se trouvaient ainsi sensiblement dans le plan horizontal du centre de poussée de l'air, ce qui est une condition favorable à la stabilité de route.

Les ascensions. — Le ballon *Zeppelin* ne compte à son actif que trois ascensions, effectuées les 2 juillet, 17 et 21 octobre 1900. Des visées simultanées faites de trois stations, à intervalles de deux minutes, fixaient les coordonnées angulaires d'un grand nombre de points de la trajectoire, et permettaient de déterminer facilement la vitesse pour chaque point. Il suffisait, en effet, de connaître la vitesse du vent à chaque point, et sa direction, données qui étaient recueillies par deux anémomètres placés, l'un sur le toit du hangar, l'autre dans un petit ballon captif.

La première ascension, du 2 juillet, dura dix-huit minutes, et ne donna que de médiocres résultats qui mirent en évidence les principaux défauts du ballon, tel qu'il avait été construit d'après le projet primitif de M. Kober. Aussitôt les hélices en mouvement, le ballon obéissait convenablement au gouvernail; mais, presque dès le début, alors qu'on voulait manœuvrer le poids mobile et l'amener au milieu du ballon pour rétablir l'horizontalité, une manivelle vint à casser, et, le poids mobile se trouvant ainsi arrêté dans une position défectueuse, la carcasse cylindrique du ballon, par suite de la fausse répartition des charges qui en résultait, s'infléchit vers les extrémités. La flèche, visible sur les photographies et qui fut mesurée ensuite dans le hangar, ne dépassait pas 25 centimètres, soit $^1/_{500}$ de la longueur; néanmoins, elle était suffisante pour que l'air, rencontrant les surfaces obliques que lui présentait à l'avant la partie supérieure du ballon en mouvement, déterminât, par la composante normale de sa pression, un mouvement de bascule rabattant le ballon vers la terre. Il y avait un véritable danger de culbute, auquel on ne portait remède qu'en arrêtant la marche en avant pour produire l'effet inverse et le redressement par une marche en arrière de quelques instants; de telle sorte qu'en définitive le voyage se composa d'une succession de marches-arrière et de marches-avant des hélices, afin d'enrayer les trop fortes inclinaisons (1). Il était impossible, dans ces conditions, de déterminer la vitesse avec un peu d'exactitude.

On reconnut aussi que la multiplicité des gouvernails employés dans cette première expérience (deux à l'avant, deux à l'arrière) et la difficulté de les commander à grande distance (la longueur des cordes atteignait 190 mètres) étaient une source d'embarras et d'accidents.

Avant donc de recommencer l'expérience, on résolut de faire subir aux appareils un assez grand nombre de modifications. On ne laissa plus qu'un gouvernail à l'arrière; on disposa une commande de secours permettant de le manœuvrer de la nacelle correspondante. On remplaça la longue passerelle qui reliait les deux nacelles par la poutre armée que nous avons indiquée, et qui renforçait utilement la génératrice inférieure de la carcasse; cette poutre portait un rail sur lequel le poids mobile devait se déplacer plus sûrement que le long du câble primitivement prévu. On organisa également un gouvernail horizontal à l'avant qui devait contribuer à maintenir l'horizontalité.

C'est dans ces conditions que furent entreprises les deux ascensions des 17 et 21 octobre 1900. Quelques jours auparavant, pendant les préparatifs, un incident survint qui montre bien encore combien est précaire la rigidité longitudinale de l'énorme carcasse métallique. C'était dans la nuit du 25 septembre; quelques attaches de suspension se brisèrent, et la partie médiane du ballon, n'étant plus soutenue, s'affaissa jusqu'au sol; cette déformation tout à fait anormale détermina des avaries et il fallut un long travail pour les réparer.

L'aéronef put enfin effectuer son départ le 17 octobre à 4 h. 45, et, grâce à une bonne répartition des charges et du lest, l'axe ne présentait pas de courbure notable. La force ascensionnelle était de 10 kilogr. et le ballon resta à peu près invariablement à une altitude de 300 mètres au-dessus du lac. Un des seuls incidents à signaler fut une légère avarie du gouvernail-arrière, qui se cala en s'engageant dans l'enveloppe extérieure; il fallut corriger l'effet de virage qui en résultait au moyen du gouvernail-avant, et, cette manœuvre ayant pour résultat d'accroître d'une manière permanente les surfaces opposées à la résistance de l'air, il devint encore à peu près impossible de déterminer la vitesse maximum que le système est susceptible de prendre. D'ailleurs, le temps s'était écoulé et l'on revint vers le hangar, non loin duquel on atterrit, après quelques fausses manœuvres au cours desquelles une des cellules d'arrière, par suite de l'ouverture spontanée d'une des soupapes, se vida assez rapidement pour qu'on

(1) Hugo Kübler, *Illustrirte Aëronautischen Mittheilungen*, janvier 1902, et v. Basus. *Ueber das Graf Zeppelin'sche Luftschiff*, 1901.

Digitized by Google

dût recueillir le ballon en toute hâte sur le radeau. Le voyage avait duré une heure deux minutes (fig. 7).

Malgré les péripéties que nous venons de signaler, cette ascension n'en est pas moins fort remarquable.

L'expérience fut renouvelée le 21 octobre, après qu'on eût encore apporté quelques perfectionnements, notamment à la commande et à

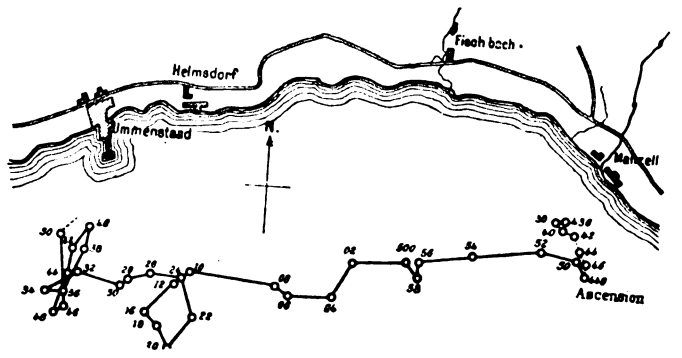


Fig. 7. — Parcours de la seconde ascension (17 octobre).

l'installation des appareils de direction qui se comportèrent très bien dans la nouvelle ascension.

La projection du lest, en déchargeant la partie centrale du ballon, provoqua une flexion de l'axe et le même effet de bascule que dans la première ascension. Il fallut recourir deux fois à la marche en arrière pour abaisser la pointe-avant. L'ascension dura vingt-trois minutes (fig. 8).

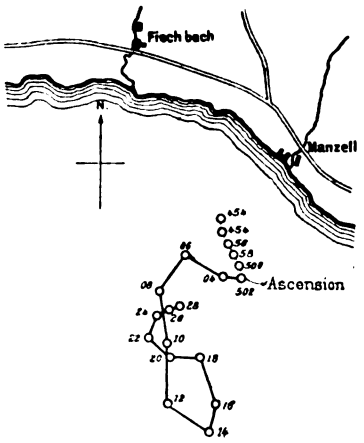


Fig. 8. — Parcours de la troisième ascension (21 octobre).

Dans une récente séance de la Commission internationale d'Aéronautique qui se réunit mensuellement à Paris, le docteur Hergesell, qui la présidait, a donné quelques renseignements relatifs au ballon *Zeppelin*; ces renseignements sont d'autant plus intéressants que le savant allemand en a suivi de très près toutes les expériences et qu'on lui doit la méthode suivie pour la détermination de la vitesse.

A son avis, ce n'est pas la troisième ascension qui fut la plus décisive et la plus probante, mais la deuxième, par sa durée aussi bien que par les vitesses obtenues et constatées. La vitesse de 6 mètres à la seconde aurait été dépassée, non pas une fois, mais plusieurs fois, et l'on pourrait affirmer que la vitesse de 9 mètres a été atteinte, bien que l'on n'ait jamais pu profiter de toute la puissance du moteur. Ce résultat serait assurément fort remarquable.

D'autre part, le docteur R. Emden (1) fait remarquer que les points où les mesures ont donné la vitesse maximum se trouvent les plus éloignés des stations de relèvements, ce qui peut donner quelque incertitude pour la position exacte des recoupements, en même temps que la trajectoire, pour les instants voisins de cette mesure, est très loin d'être rectiligne. Cette observation met en évidence les difficultés nombreuses que l'on rencontre pour la détermination précise de ces astres errants que sont les ballons, et il semble bien, à cet égard, que la méthode photographique indiquée plus récemment par M. H. Deslandres, l'éminent astronome de l'Observatoire de Meudon, à propos des expériences de M. Santos-Dumont, pourra dans l'avenir rendre les plus réels services à cet égard.

Conclusion. — Si nous nous sommes étendu sur les péripéties de ces ascensions aussi bien que sur la description détaillée du ballon *Zeppelin*, bien que ce navire aérien ait interrompu ses expériences prématurément et avant d'avoir donné sa complète mesure, c'est qu'à notre avis il peut sortir un utile enseignement de leur examen.

Deux écoles sont en présence, que nous appellerons l'école française et l'école allemande, faute d'une meilleure façon de les caractériser. En France, jusqu'à présent, on s'est contenté, afin de réaliser la permanence de forme qui est tout à fait nécessaire pour la stabilité et la régularité de la route, d'assurer le complet gonflement du ballon avec un excès de pression intérieure capable d'équilibrer les efforts dus à la pression qu'exerce l'air sur les surfaces qui lui sont opposées. Cette pression intérieure doit évidemment s'accroître notablement lorsque la vitesse s'accroit elle-même, mais elle ne dépasse pas celle d'une colonne d'eau de quelques centimètres et ne saurait compromettre la solidité de l'enveloppe. Les moyens pour maintenir le ballon toujours gonflé sont connus : l'adoption d'un ballonnet à air en forme la base. De ce que, dans certaines tentatives, le ballonnet s'est trouvé insuffisant pour produire l'effet voulu ou ne s'est pas rempli d'air assez vite pour compenser la contraction du gaz, par suite d'une installation défectueuse du ventilateur, on ne saurait incriminer ce procédé très simple et qui a fait ses preuves. Il suffit d'inviter les inventeurs à apporter dans la détermination de ces éléments de la construction et dans l'exécution des appareils, autant de soin, autant de souci scientifique qu'en ont montré chez nous les aéronautes qui ont réussi, et, en Allemagne, le comte Zeppelin lui-même dans l'étude de tous les organes de son ballon.

En revanche, la méthode française a le grand avantage de réduire le poids mort au minimum. Le volume nécessaire à l'enlèvement d'un poids utile déterminé est réduit du même coup, de sorte que, pour une section transversale donnée, l'allongement sera plus faible, la stabilité plus grande par conséquent : toute la charge sera massée sur un seul point, dans une unique nacelle, sans qu'il soit nécessaire de se préoccuper des effets, sur l'horizontalité, de la répartition du poids et des variations que cette répartition subit lorsqu'on jette du lest.

Ces raisons que nous croyons bonnes n'ont pas suffi à désarmer les adversaires de notre ballon classique, et, dans la séance que nous rappelions tout à l'heure de la Commission permanente internationale, le docteur Hergesell, le représentant convaincu et fort autorisé de ce que nous avons appelé la méthode allemande, insistait encore sur les avantages du ballon auto-rigide, si l'on peut parler ainsi. Il n'est pas douteux qu'un vaisseau aérien, capable de conserver sa forme, d'une manière complètement indépendante des variations incessantes de pression du gaz qui le remplit, réaliserait un idéal précieux et permettrait l'application de ressources interdites au ballon habituel. C'est ainsi que la parfaite solidarité de la nacelle et du ballon est alors facilement obtenue par une charpente également rigide, et que les divers organes (propulseurs, gouvernails, etc.) s'installent et s'attachent plus commodément en un point quelconque. Mais au prix de quels sacrifices ces avantages sont-ils poursuivis ?

L'adoption d'une carcasse métallique, fût-elle en aluminium, crée une surcharge telle qu'on se voit condamné aux constructions gigantesques. Pour enlever cinq hommes et un moteur de 30 chevaux (1), le ballon *Zeppelin* occupait dans l'espace l'énorme volume de 11 500 mètres cubes et pesait 10 200 kilogr., dont 4 650 kilogr. pour la seule carcasse métallique. Ne pouvant agrandir la section transversale, afin de ne pas augmenter la résistance au mouvement dans l'air, on en est réduit à allonger indéfiniment le ballon et l'on touche les limites où ce réseau de cornières métalliques cesse d'avoir une solidité assurée. Certes cette solidité est parfaite dans le cas idéal où l'on s'est placé pour en calculer les éléments : ce cas idéal est celui d'un flotteur baigné par l'air de toute part, dont toutes les cellules ont une force ascensionnelle déterminée par un même et exact remplissage, et dont les charges enfin sont régulièrement réparties suivant un plan méthodique. Mais il y a toujours loin des données théoriques du problème aux conditions pratiques de sa réalisation. La multiplicité des organes qu'exige un aussi grand vaisseau est elle-même la source de dangers imprévus. Qu'une des nombreuses soupapes du *Zeppelin* se mette à fuir, l'équilibre est rompu d'un côté (17 octobre) : il en est de même si l'on déleste sans précaution et d'une manière dissymétrique.

Est-on du moins parvenu à donner à la carcasse métallique une rigidité parfaite et qui ne soit point à la merci des circonstances ? Pas même.

Nous avons vu que, dans les première et troisième ascensions, il avait suffi d'un délestage fortuit de la partie médiane pour que tout l'édifice prît une flèche, non pas inquiétante, mais d'autant plus nuisible à l'équilibre dans l'air que le ballon est plus long.

Le docteur Emden se demande encore jusqu'à quel point on pourrait dégonfler le ballon reposant sur le sol par ses deux nacelles, sans que, privé de la poussée du gaz qui le soutient verticalement, l'appareil s'affaissât par le milieu sous son propre poids.

Enfin, il est également permis de se demander ce qui serait advenu si, au lieu de descendre doucement sur les eaux d'un lac, cette énorme machine avait, comme il est habituel et comme il est nécessaire de pouvoir le faire, atterri sur le sol. Outre la difficulté de trouver un terrain découvert, assez vaste et propice à cette opération, il faut bien prévoir que le meilleur aéronaute du monde ne réussira pas toujours à toucher le sol avec la légèreté d'un oiseau, et que deviendrait la carcasse du *Zeppelin* au moindre heurt sur la terre inclémente ?

Si l'on ajoute, à ces graves inconvénients, ceux du contact des étoffes avec des parties rigides, contre lesquelles les inévitables frottements occasionneront à la longue l'usure des enveloppes et des fuites de gaz, peut-être ne sera-t-il pas téméraire de conclure que les avantages du ballon rigide sont largement compensés par ses défauts.

Lt-Colonel G. Espitallier.

(1) Note de l'article de M. Hugo Kubler (*Ill. aer. Mittheil.*, loc. cit.).

(1) Les progrès réalisés depuis 1900, dans l'industrie des moteurs, permettraient aujourd'hui, sans doute, d'enlever sous le même poids un moteur plus puissant; mais cela n'infirme pas notre raisonnement et notre comparaison entre les deux systèmes.

Digitized by Google

MINES

L'EMBOUAGE COMME MÉTHODE DE REMBLAYAGE

Jusque dans ces dernières années on n'avait guère mis en application le procédé de l'embouage, dans les mines, que comme un moyen énergique destiné à combattre les incendies. On avait, du reste, obtenu par l'emploi de cette méthode des résultats tout à fait remarquables. Nous croyons utile de rappeler ici, en quelques mots, en quoi consiste le procédé.

Lorsque, par suite de l'échauffement du charbon ou pour toute autre cause, un incendie vient à se déclarer dans les chantiers d'une mine, on isole, au plus vite, les quartiers sinistrés avant que les gaz de la combustion ne se soient répandus dans les galeries et aient rendu impossible l'approche du foyer d'incendie. L'isolement du foyer se fait à l'aide de barrages doubles en planches entre lesquels on jette du remblai.

Au lieu de tenter de noyer simplement l'incendie par l'eau, ou mieux de l'étouffer en supprimant, dans les limites du possible, l'aérage dans les quartiers sinistrés, on inonde alors les chantiers en feu avec de la boue liquide, injectée par des conduites disposées à cet effet. La boue liquide s'infiltre partout et, une fois l'eau écoulée, elle ferme petit à petit, là où elle s'est déposée, tous les orifices par lesquels le tirage, qui active l'incendie, pourrait se faire. Le feu, privé de l'oxygène nécessaire à la combustion, ne peut plus se propager et l'on arrive ainsi à obtenir un étouffement complet du foyer de l'incendie.

Mais si l'on avait appliqué l'embouage dans ce cas tout spécial de l'incendie, on n'avait pas, jusqu'en ces derniers temps, songé à l'emploi en grand du procédé dans des conditions tout à fait générales, comme moyen de remblayage. Il n'en est plus ainsi à l'heure actuelle et l'embouage vient d'être adopté dans différents charbonnages de Silésie et d'Autriche pour remplacer le remblayage à la main, toujours très coûteux et très imparfait; le dépôt des boues donne, au contraire, un remblayage en quelque sorte automatique.

Emploi nouveau de l'embouage. — L'application en grand du procédé a été faite au puits de la Trinité, des mines du Comte Wilczek à Polnisch-Ostrau, en Moravie, et les résultats obtenus jusqu'à ce jour paraissent vraiment remarquables.

Cette installation a été décrite par M. C. Cizek, Inspecteur des mines

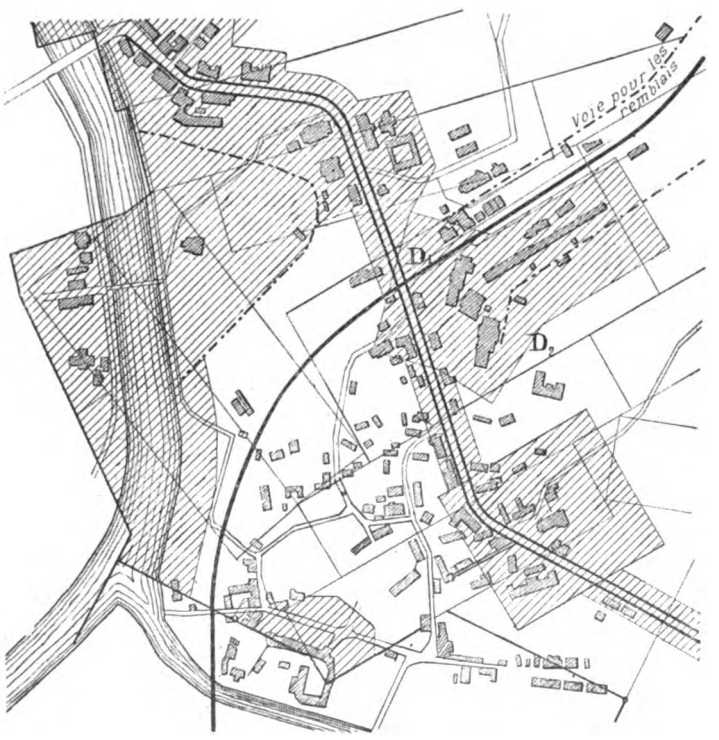


Fig. 1. — Plan de la concession du siège de la Trinité.

en Autriche, dans l'*Oesterreichische Zeitschrift für Berg und Hüttenwesen;* nous croyons intéressant de donner ici une étude de ce système qui est certainement appelé à se généraliser, grâce aux avantages très considérables qu'il présente.

Pour mieux faire ressortir l'intérêt économique du procédé, nous dirons tout d'abord quelques mots sur les conditions générales de l'exploitation au siège de la Trinité, à Polnisch-Ostrau, où la mise en pratique de la méthode d'embouage a été faite en grand.

Dans la figure 1, nous donnons le plan de la commune de Polnisch-Ostrau, sous laquelle se trouve la partie de la concession minière du Comte Wilczek exploitée par le siège d'extraction de la Trinité, et qui comprend deux fosses D_1 et D_2. Lorsqu'on décida, vers 1845, la construction de ces puits, l'emplacement choisi se trouvait en rase campagne, ce qui était une condition très favorable pour réduire au minimum les frais et indemnités à payer aux propriétaires des terrains de la surface en cas de tassements possibles dus aux travaux souterrains. Toutefois, à une époque bien antérieure, alors que l'on ne se doutait pas encore des richesses cachées du bassin d'Ostrau, l'église de Polnisch-Ostrau avait été construite sur une colline près des deux puits du siège de la Trinité. Depuis lors, la commune s'est développée, de nombreuses constructions se sont élevées et des routes et une voie ferrée sont venues sillonner les terrains correspondant à l'emplacement de la concession, nécessitant la conservation de massifs énormes de protection, de façon à éviter les fortes indemnités à payer aux propriétaires de la surface, ce qui aurait pu avoir pour effet de gravement compromettre le résultat économique de l'exploitation.

De tous ces massifs de protection, celui qui de beaucoup entravait le plus le développement rationnel et économique de l'exploitation, était le massif conservé sous l'église. Distant à peine de 300 mètres des puits, situé de plus à une altitude bien supérieure, cet édifice nécessitait des piliers de plus de 200 mètres de côté; si l'on pense encore qu'il fallait également compter sur 200 mètres pour les piliers de protection des puits, on voit que pour exploiter la partie sud de la concession il fallait contourner, par des galeries coûteuses et de plus de 400 mètres de longueur, toute la zone conservée intacte. La figure 1 montre, en parties hachurées, toutes les sections de la concession qui restaient ainsi absolument inexploitables.

Or, dans la concession de la Trinité, parmi les couches exploitées, il n'y a qu'une seule veine, la couche Saint-Jean, qui ait une grande épaisseur (environ 4 mètres), toutes les autres sont de faible puissance. Il est donc facile de comprendre les frais encourus auxquels entraînerait le percement de galeries aussi longues, situées en grande partie dans le roc. Mais il y a plus : les couches étant presque horizontales, il devient même impossible de simplifier le travail par le percement d'un travers-banc. Il était donc absolument nécessaire, dans cette concession, ou de laisser d'énormes massifs de protection allant en s'élargissant en profondeur, ce qui faisait perdre une quantité considérable de charbon, la puissance des différentes veines exploitées étant de plus de 13 mètres d'épaisseur totale, ou de faire l'exploitation avec le remblayage complet des vides laissés par le charbon extrait.

Or, en admettant même que le remblayage à la main ait pu donner des résultats parfaits, il n'en restait pas moins des plus coûteux dans le cas présent. Ici, en effet, vu l'horizontalité des couches, il devenait impossible de mettre à profit la gravité; tout le travail devait se faire à la pelle, ce qui devenait très onéreux. Malgré tous les soins qu'on aurait pu apporter aux travaux de remblayage, celui-ci aurait été mal fait et il était impossible d'éviter un tassement considérable du terrain.

En résumé, en appliquant le remblayage à la main, on avait, d'une part, des frais élevés pour la mise en œuvre du procédé, d'autre part, des sommes importantes dépensées en indemnités à payer aux propriétaires de la surface.

Tous ces frais avaient semblé tellement considérables que l'on avait préféré, jusqu'à ces derniers temps, laisser intacte la presque totalité des massifs de protection. Il n'en est plus de même actuellement grâce à la méthode nouvelle de l'embouage et il n'est plus douteux qu'on ne puisse, grâce à cette méthode, mettre en valeur tous les chantiers restés jusqu'à présent improductifs.

Ces quelques indications étant données, nous décrirons d'abord les installations et le procédé tel qu'il fonctionne à Polnisch-Ostrau, puis nous dirons quelques mots des résultats économiques obtenus.

Préparation de la boue. — 1° *Matières premières.* — La première des choses à trouver à proximité et sans frais, c'était la terre propre au remblayage. A ce point de vue on était dans des conditions parfaites.

A peu de distance des puits se trouvait un *terris* de près de 20 mètres de hauteur, composé de sables, de marnes, de résidus de lavages, de scories, etc., tous matériaux excellents pour l'embouage. Outre cela, à quelques cents mètres se trouve une colline de près de 50 mètres de hauteur, formée par des terres marneuses et sablonneuses; on avait donc de quoi satisfaire à tous les besoins.

On aurait pu, vu la différence de niveau entre la colline et l'orifice du puits, amener les matériaux déjà délayés par l'eau; on fit du reste l'installation de cette façon et elle donna de bons résultats. On préféra pourtant, pour plus de sûreté et pour éviter les obstructions possibles dans les conduites, qui ont bien plus de chances de se produire avec une longue ligne d'amenée des boues, installer une voie de secours pour wagonets amenant directement les terres au puits, où se fait alors le mélange, comme nous le verrons un peu plus loin.

On a cru utile d'avoir toujours à sa disposition une certaine quantité d'eau; aussi, au lieu de se servir directement de la pompe du fond, qui débite environ 3 mètres cubes d'eau à la minute, a-t-on préféré ins-

Digitized by Google

taller un réservoir K (fig. 2 et 3), qui reçoit l'eau de la pompe et qui sert en cas d'accident survenant à cette dernière. Le réservoir K est constitué par une ancienne chaudière de 1m 25 de diamètre et de 7 mètres de longueur; il est muni d'un flotteur indiquant le niveau de l'eau, de robinets d'air, de tuyaux d'arrivée et de trop-plein, etc.

Par surcroît de précaution on a encore installé un deuxième réservoir maçonné V, qui reçoit le trop-plein des eaux du réservoir K. Ce deuxième réservoir V est relié au puits par une série de gros tuyaux

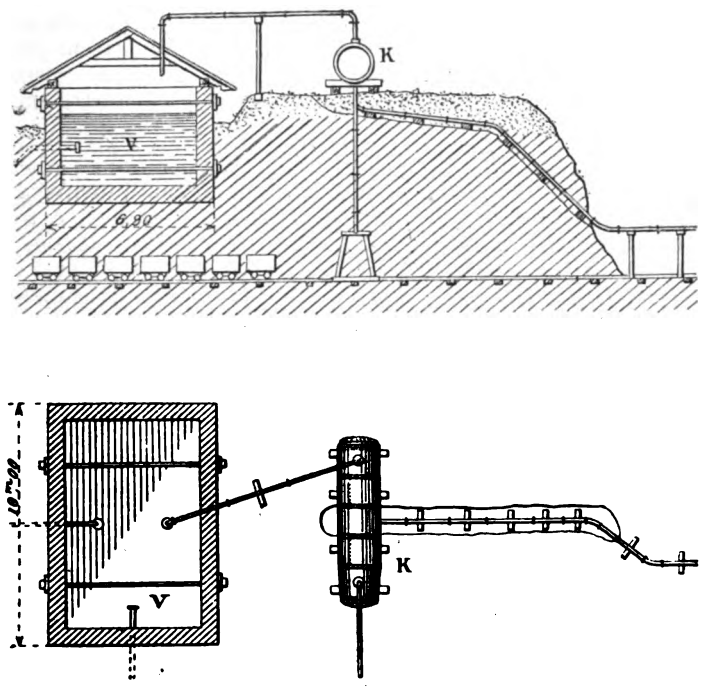


FIG. 2 et 3. — Coupe verticale et plan des réservoirs et des conduites d'eau.

qui permettent d'envoyer directement les boues dans la colonne descendante du puits; mais on a préféré, comme nous le disions plus haut, faire le mélange au puits même; on ne se sert donc pas habituellement du réservoir K, ou tout au moins ne s'en sert-on que comme réservoir d'eau.

2° *Appareil de délayage.* — Nous représentons dans les figures 4, 5 et 6 l'appareil spécial servant au délayage des boues, et dans les qualité des matériaux employés et de leur plus ou moins grande tendance à se transformer rapidement en boue.

La grille est placée à 450 millimètres de l'orifice de l'entonnoir et la dimension des mailles du grillage dépend aussi de la qualité des matériaux d'embouage. On a disposé sous la grille un obturateur S à crémaillère, qui est mû par un levier H et qui peut, si le besoin s'en fait sentir, fermer complètement l'orifice inférieur de l'entonnoir. Ce cas peut se présenter, lorsque par une cause quelconque, l'arrivée des eaux se trouve subitement interrompue. Il faut alors, en effet, arrêter immédiatement la chute des matériaux dans les conduites de descente; l'eau venant à manquer, ces terres, non délayées, obstrueraient très rapidement la colonne et le travail pourrait être complètement entravé dans la suite.

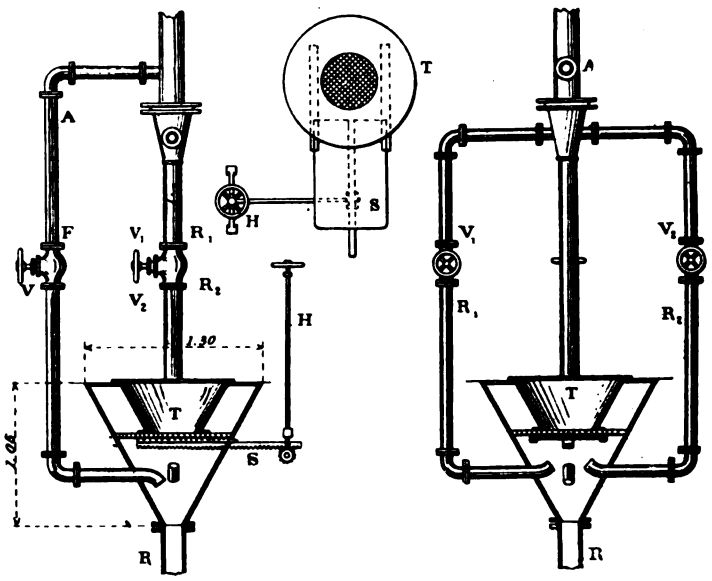


FIG. 4 à 6. — Entonnoir de distribution des boues.

Les tuyaux amenant l'eau à l'entonnoir de distribution des boues ont un diamètre de 145 millimètres; à l'arrivée sur l'appareil, le tuyau se divise en trois branches A, R_1 et R_2 ayant chacune 50 millimètres de diamètre intérieur. Les deux tuyaux R_1 et R_2, munis de leurs valves V_1 et V_2, permettent de régler la pression selon le genre de terres employées et aboutissent à la partie inférieure de l'entonnoir; ils ont leurs orifices disposés de telle façon que les jets d'eau viennent arroser

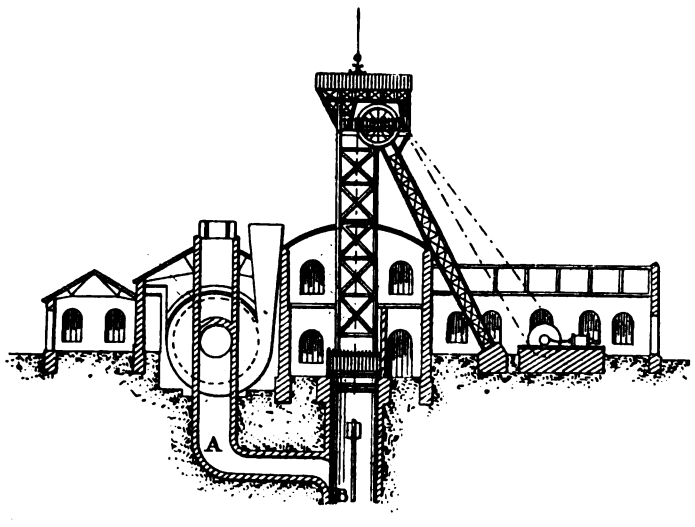


FIG. 7 et 8. — Puits d'aérage du siège de la Trinité, servant à l'embouage.

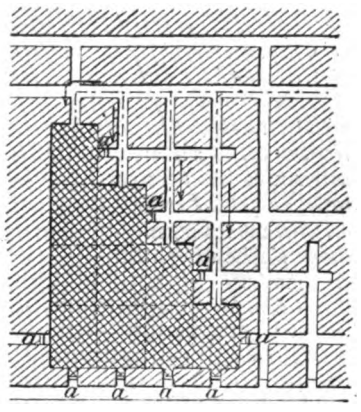


FIG. 9. — Plan des chantiers remblayés par embouage.

figures 7 et 8 l'installation de cet appareil tout à proximité du puits d'aérage R du siège de la Trinité, puits dans lequel sont placées les conduites amenant la boue dans les travaux du fond. Ces conduites aboutissent à un caniveau supérieur M, situé à 7m 50 en contre-bas de l'orifice du puits et à 9m 50 au-dessus du canal A d'aspiration du ventilateur. Le caniveau M est incliné avec une pente sensible et débouche dans une fosse G, de 5 mètres de profondeur, située en dehors du bâtiment du puits d'aérage, dans laquelle se trouve l'entonnoir T où se fait le mélange des matériaux d'embouage avec l'eau.

L'entonnoir (fig. 4 à 6) a un diamètre de 790 millimètres, à sa partie supérieure, et de 415 millimètres seulement sur la grille du fond. Ces dimensions furent déterminées par une série d'expériences; elles sont, en effet, en rapport avec le diamètre des tuyaux d'arrivage des eaux, elles dépendent également de la vitesse d'entraînement des matériaux et celle-ci elle-même est une fonction de la continuellement par dessous toute la surface de la grille. On produit ainsi un délayage rapide des matériaux que l'on jette dans l'entonnoir.

Le tuyau A, au contraire, a son orifice tourné vers le bas; il sert, dans le cas de mise en usage de matériaux se désagrégeant difficilement, à amener une plus grande quantité d'eau d'entraînement dans le puits. L'entonnoir est relié, à sa partie inférieure, à la colonne descendante d'embouage, composée de tuyaux d'acier R, de 145 millimètres de diamètre et de 65 millimètres d'épaisseur, qui vont jusqu'au septième niveau dans le puits, à une profondeur de 222 mètres environ.

Ces tuyaux, ayant à subir une pression de près de 23 atmosphères, sont assemblés très solidement par de fortes brides de serrage et sont maintenus par des colliers au boisage du puits. Pour passer de la partie verticale de la conduite à la partie horizontale on a placé des

Digitized by Google

coudes très arrondis pour éviter autant que possible les engorgements et comme en ces points la pression est naturellement très forte, on a renforcé les tuyaux coudés et porté leur épaisseur à 10 millimètres.

Dans les galeries et chantiers la ligne de tuyaux a actuellement une longueur de 300 mètres comprenant trois coudes. Sur les chantiers mêmes, la conduite débouche dans des caniveaux en bois qui conduisent la boue aux chambres de remplissage, destinées à l'embouage.

Fonctionnement de l'appareil. — Avant de passer à l'étude des résultats économiques de l'entreprise que nous venons de décrire, disons quelques mots sur le fonctionnement des appareils et sur les précautions à prendre pour obtenir des résultats satisfaisants.

Le premier soin à prendre, lors de la mise en marche d'une opération d'embouage, est d'éviter l'obstruction et l'embourbement des tuyaux. A cet effet, il est indispensable de commencer l'opération en ouvrant tout d'abord la valve V avant d'introduire des matériaux solides dans l'entonnoir. Le premier jet d'eau pure, arrivant sous très forte pression dans les conduites, purge toute la colonne et la dégage de toute obstruction pouvant provenir d'une opération précédente bien qu'en principe, si le travail a été fait dans de bonnes conditions, ce cas ne doive pas se produire. La colonne une fois bien purgée, on retire l'obturateur S placé sous l'entonnoir en faisant mouvoir le volant H et l'on ouvre ensuite les valves V_1 et V_2. Cette ouverture des valves est très rigoureusement réglée par différents repères correspondant chacun à un genre différent des remblais destinés à l'embouage.

On peut aisément au puits de la Trinité passer, en marche régulière et normale, 60 à 70 mètres cubes de remblais par heure; la quantité d'eau nécessaire à ce travail est naturellement très variable et dépend du genre de terre employée. Avec des matériaux sablonneux, tels que sables, scories, laitiers, etc., la proportion de 1 : 1 est largement suffisante: il en est tout autrement avec les glaises et les terres marneuses avec lesquelles il faut 1,5 et même souvent deux fois plus d'eau que de matières solides pour éviter tous risques d'embourbement dans les parties horizontales de la canalisation.

Il est encore bon, à la fin d'une opération, d'arrêter l'introduction des matériaux solides avant d'arrêter la venue des eaux; en prenant cette précaution, on ne risque pas d'avoir des obstructions dans les tuyaux et on purge ainsi rigoureusement toute la conduite.

Pratique de l'embouage. — La boue est amenée à la sortie des tuyaux métalliques horizontaux dans des caniveaux en bois qui la conduisent aux chantiers d'embouage. Canivaux et tuyaux sont fixés à la partie supérieure des boisages. Lorsque le chantier d'embouage a une grande largeur, on dispose des embranchements pour amener la boue par divers côtés : on obtient, en effet, ainsi un remplissage beaucoup plus régulier. Nous donnons (fig. 9) le plan d'un chantier d'embouage.

Lorsque le vide à remplir n'est pas large, on amène la conduite de boue autant que possible au centre de la partie à remblayer; dans le cas de grands espaces à remplir, on dispose des embranchements comme nous venons de le dire. On obstrue alors toutes les galeries conduisant à la chambre de remplissage en les fermant par deux cloisons en planches placées à environ 20 centimètres de distance, entre lesquelles on place du foin ou de la paille. On arrête ainsi d'une façon absolue les boues les plus fines et les plus liquides, qui autrement resteraient en suspension dans les eaux qui s'écoulent par filtration.

L'écoulement se fait du reste très rapidement et l'on a soin de placer sur le parcours suivi par les eaux ramenées au puisard de la pompe, de petits barrages de très faible hauteur, derrière lesquels les eaux laissent les dernières boues entraînées. A mesure que le remplissage s'effectue, on élève les barrages jusqu'à complet remblayage de la chambre.

Il y a une objection à faire à ce procédé. Les piliers de protection laissés entre les barrages sont naturellement salis par les boues avec lesquelles ils sont en contact direct, et lorsque l'embouage est terminé et que l'on peut procéder à l'enlèvement de ces piliers, il faut prendre soin de mettre à part le charbon qui en provient et de le laver avant de le livrer au commerce. Il est encore plus simple et plus économique de réserver ces charbons pour les besoins de la mine.

Voyons maintenant dans quelles conditions le procédé fonctionne au puits de la Trinité.

Nous avons vu que l'installation que nous venons de décrire peut distribuer 60 à 70 mètres cubes de boues par heure; en neuf heures de temps, si nous admettons encore une perte de temps de deux heures pour la mise en marche et l'arrêt, nous avons donc un total de 420 à 490 mètres cubes envoyés dans les travaux. Nous prendrons comme chiffre de nos calculs 450 mètres cubes : nous faisons donc, en adoptant ce chiffre, une large part à l'imprévu.

Si nous considérons maintenant la veine principale, la couche Saint-Jean, d'une épaisseur de 4 mètres, où tout le travail se fait en plein charbon, en admettant comme densité moyenne du charbon la densité de 1, on voit que le vide représente 450 tonnes de charbon extraites. On a constaté d'autre part qu'en 24 heures, avec deux équipes, une taille peut produire 75 tonnes de charbon environ; il faudra donc travailler dans les mêmes conditions pendant six jours pour préparer la chambre correspondant à un embouage de neuf heures; autrement dit, l'installation que nous venons de décrire suffit, en cas de production intensive, à faire le remblayage de 6 tailles qui peuvent fournir journellement 450 tonnes de combustible.

En temps normal, il est absolument inutile de pousser les choses aussi loin: en effet, la production totale du siège ne dépasse guère 900 tonnes par jour; or, comme les massifs de protection n'occupent que le quart de la superficie totale de la concession exploitée par le siège, il est bien évident que l'on peut avoir un assez grand nombre de chantiers ne nécessitant pas l'emploi de l'embouage. L'installation, telle qu'elle est organisée actuellement, suffit donc amplement pour les travaux de remblayage. Voyons maintenant, en ce qui concerne l'exploitation, quelles sont les conséquences de l'application de la méthode.

Économie du système. — Nous avons vu qu'étant données les conditions spéciales de l'exploitation il était très difficile, sinon impossible, de procéder au remblayage à la pelle des massifs de protection, ce travail étant très coûteux et son prix de revient étant encore grandement majoré par les indemnités à payer aux propriétaires du sol, puisque ce système de remblayage ne donne pas une garantie complète contre les affaissements et les tassements de terrains.

Or les piliers de protection, outre ceux des puits et de l'église, comprennent encore ceux de la route, du parc, de la ville, etc. Au total, les massifs à conserver représentent en surface plus de 250 000 mètres carrés qui seraient absolument perdus. Pour la veine Saint-Jean seule, cette surface représente un tonnage de plus d'un million de tonnes, et si l'on tient compte de la puissance totale en charbon de toutes les autres veines exploitées dont la hauteur totale dépasse 9 mètres, on trouvera encore plus de 2 500 000 tonnes. Du fait de la conservation complète des massifs de protection, il y avait donc plus de 3 500 000 tonnes qui devaient être considérées comme perdues, alors que la méthode d'embouage, donnant un remblayage parfait, permet d'extraire toutes ces richesses. On voit donc quel résultat économique est à attendre du procédé qui, tous comptes faits, ne donne pas lieu à des dépenses excessives d'installation.

Les principaux avantages de la méthode sont les suivants :

1° Permettre une exploitation beaucoup plus rationnelle par la suppression de la majeure partie des massifs de protection qui sont toujours une grande gêne pour l'extraction ;

2° Économiser sur les boisages et sur le soutènement, la méthode permettant de retirer une grande partie des bois des chantiers abandonnés ;

3° Garantir et protéger complètement la surface du sol contre les tassements et éviter ainsi les frais d'indemnité, souvent onéreux, à payer aux propriétaires ;

4° Enfin extraction possible de grandes quantités de charbon, considérées comme perdues avec les anciens procédés de remblayage.

On voit que les avantages de la méthode d'embouage sont si notables, l'appareil et l'installation qu'elle nécessite sont si simples et si peu coûteux, que cette méthode mérite d'attirer l'attention des spécialistes.

H. SCHMERBER,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

L'INCANDESCENCE PAR LE GAZ

1. — Toutes les sources de lumière entrées dans la pratique peuvent se rapporter à deux types :

1° Les lampes à flamme : bougies, huile, pétrole, gaz, acétylène, etc., où l'on a recours au pouvoir émissif des gaz carburés en ignition ;

2° Les lampes à radiateurs solides : lampes électriques à incandescence, à arc, lumière Drummond, becs à incandescence par le gaz.

Pendant longtemps, le charbon a été à peu près seul employé comme radiateur solide, car les lampes primitives à platine, et la chaux ou la magnésie de la lampe Drummond ne sont guère sortis du domaine du laboratoire.

Cependant, bien des chercheurs avaient pensé que d'autres corps pourraient peut-être se substituer avantageusement au charbon ; nous ne rappellerons que les tentatives faites par Jablockoff, qui se servait de porcelaine chauffée par le courant électrique, et par Clamond qui avait déjà, vers 1880, employé de petites corbeilles tissées en fil de magnésie et portées à l'incandescence par un brûleur à gaz à récupération.

Mais ce n'est réellement qu'à la suite des travaux du docteur Auer que l'éclairage par oxydes est entré définitivement dans la pratique.

Tant par l'économie considérable qu'il réalise sur les luminaires à flamme, que par la beauté de la lumière, l'emploi des manchons s'est rapidement généralisé.

Nous ne pouvons insister ici sur les difficultés qu'ont dû surmonter les promoteurs du nouveau procédé; l'obtention d'une lumière ne

Digitized by Google

s'écartant pas trop, comme tonalité, de celle à laquelle le public était accoutumé, et aussi la réalisation de manchons d'une résistance mécanique suffisante, ont été les points du problème les plus difficiles à résoudre.

A un point de vue plus général, la découverte des propriétés remarquables de quelques-unes des *terres rares* a donné un essor considérable à toute la partie de la chimie s'occupant de ces corps, et qui était restée jusque-là très obscure. Des dispositions plus rationnelles de brûleurs à gaz furent également imaginées et les progrès dans cette voie ne sont sans doute pas tous réalisés, si l'on songe que deux nouveaux succédanés du gaz de houille, le pétrole et l'alcool, peuvent être employés dans des lampes à manchons.

Bien qu'il soit impossible, dès maintenant, de prévoir le sort de cette nouvelle branche de l'éclairage, il est certain que la découverte d'Auer a retardé considérablement l'extension de l'éclairage électrique qui semble lui-même, en ce moment, chercher à tirer parti des propriétés émissives si spéciales des oxydes nouveaux.

Quand la chimie des terres rares fut mieux connue, on s'aperçut avec étonnement qu'il était le plus souvent nécessaire de faire un mélange, en proportions exactement définies, d'au moins deux oxydes pour obtenir le maximum de rendement.

Ce fait bien établi pour le mélange généralement employé (99 % d'oxyde de thorium et 1 % d'oxyde de cérium) semble être une loi générale, car si l'on fait exception pour l'oxyde de lanthane, qui, d'ailleurs, ne peut entrer dans la pratique à cause de sa facile carbonatation à l'air, il paraît nécessaire d'employer un oxyde ***support*** constituant la presque totalité du mélange, auquel on incorpore à très faible dose l'oxyde ***radiant*** susceptible de donner la luminosité cherchée.

On retrouve cette remarque dans tous les mélanges industriels : dans le bec Sunlight, par exemple, très employé en Angleterre, l'oxyde support est l'alumine, et le corps radiant est l'oxyde de chrome.

Pour donner une idée de l'importance de ces considérations, voici les intensités de trois manchons placés sur un même brûleur dépensant 100 litres à l'heure :

Manchon d'oxyde de thorium seul : *1 bougie*, lumière blafarde bleu lilas.
Manchon d'oxyde de cérium seul : *7 bougies*, lumière rouge.
Manchon d'oxydes, (mélange à 1 % de cérium) : *70 bougies*, lumière très blanche.

Bien des théories ont été faites pour expliquer ce curieux résultat. On a invoqué la production de réactions chimiques dans l'éponge d'oxydes laissée par la calcination des nitrates ; d'autres auteurs l'attribuent à la présence de bandes d'émission dans le spectre de ces corps, bandes qui se trouvent justement dans la région spectrale correspondant au maximum de sensibilité de la rétine.

Avant de formuler une théorie de ces singuliers phénomènes, nous avons pensé qu'il était indispensable d'étudier d'abord comment se comportent quelques corps solides, et en particulier les oxydes, au point de vue de l'émission lumineuse et calorifique. Le bon rendement d'un appareil d'éclairage ne dépend, en effet, que de ces deux facteurs : on fournit à un manchon de la chaleur produite par l'énergie chimique de la combustion ; une partie de cette énergie est rendue sous forme de radiations dont quelques-unes seulement sont lumineuses, les autres, de trop grande longueur d'onde (chaleur obscure), restent complètement inutilisées.

Aussi, par convention, a-t-on désigné sous le nom de *rendement optique* d'un luminaire le rapport de l'énergie rayonnée sous forme de lumière à l'énergie totale.

Nous nous sommes donc appliqué à déterminer le pouvoir émissif des oxydes, tant pour la chaleur totale que pour la lumière.

II. — **Chauffage des corps solides étudiés.** — Parmi les corps que nous avons étudiés, nous citerons le charbon de cornue, l'oxyde de chrome, le platine, la chaux, la magnésie, les oxydes de zirconium, de lanthane, de thorium, de cérium, et enfin le mélange de ces deux derniers dans les proportions employées pour les manchons.

Tous ces corps ont été portés à l'incandescence au moyen d'un chalumeau spécial à gaz, qui pouvait recevoir, comme comburant, de l'air, de l'oxygène ou un mélange de ces deux gaz.

Ce mode de chauffage, analogue à celui employé dans les becs industriels, nous a permis de faire varier non seulement la température, qui a pu être portée jusque vers 1 700 degrés, mais aussi la *nature réductrice ou oxydante de la flamme*. L'expérience nous a montré qu'*à une même température*, les résultats obtenus dépendent grandement de la constitution du mélange gazeux.

Mesure du rayonnement calorifique total. — Nous nous sommes servi, pour cette mesure, d'une disposition analogue à la lunette pyrométrique déjà décrite dans le *Genie Civil* (1).

L'objectif de cette lunette était en fluorine, matière très transparente pour toutes les radiations, et dont l'absorption est négligeable aux températures élevées qui sont seules intéressantes à considérer pour le but qui nous occupait.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 5, p. 72.

Mesure du rayonnement lumineux. — Cette mesure a été effectuée en amenant photométriquement *l'éclat* du filament d'une lampe à incandescence à être égal à celui de la matière chauffée. Nous nous sommes servi pour cette comparaison d'un verre monochromatique de couleur verte, qui représente bien, d'après M. Crova, l'intensité moyenne des radiations lumineuses. Il est impossible, en effet, d'opérer en lumière blanche, car la teinte des oxydes chauffés est très variable, et on sait que la différence de teinte entre les plages à comparer est le gros écueil de la photométrie.

La lampe à incandescence avait été étalonnée au préalable au moyen de la carcel, ce qui permettait de connaître, pour chaque régime électrique, le nombre de carcels rayonnées par unité de surface du filament.

La mesure est conduite de la manière suivante : la lampe incandescente est disposée devant le cylindre de matière qui tourne dans la flamme, et en plaçant l'œil derrière le verre monochromatique dont nous venons de parler, on aperçoit le filament qui se détache en clair ou en noir sur la surface du cylindre. Il est facile, en réglant, au moyen d'un rhéostat, l'intensité du courant qui passe dans la lampe, *de faire disparaître* le filament dans la région où il se profile sur la matière chauffée. Cela a lieu, évidemment, quand son éclat est le même que celui de la substance qui lui sert de fond.

Ce procédé que nous croyons nouveau est très sensible, et nous a donné des résultats extrêmement concordants.

Discussion des résultats obtenus. — Au cours de ces deux séries de mesures, nous avons remarqué le rôle considérable que joue la constitution du mélange gazeux qui alimente le chalumeau; on peut, en effet, obtenir avec la disposition que nous employions, une même température indiquée par un couple Le Châtelier plongeant dans l'oxyde, soit avec excès d'air ou d'oxygène, soit avec excès de gaz.

On remarque, en général, que pour ces deux réglages du chalumeau, *la couleur* de l'oxyde incandescent n'est pas la même; les mesures confirment cette remarque qualitative.

Pour certains oxydes, le rayonnement calorifique est *trois fois plus grand*, et cela à une même température, en milieu réducteur qu'en milieu oxydant (oxyde de cérium). L'oxyde de thorium fournit des résultats opposés, le rayonnement étant plus grand en flamme oxydante. Ces faits se reproduisent aussi pour l'émission lumineuse, mais dans un ordre qui n'est pas toujours le même que pour la chaleur.

Pour expliquer ces variations considérables dans la valeur des pouvoirs émissifs, il faut invoquer des changements de constitution chimique des corps chauffés; quelques-uns d'entre eux possèdent, d'ailleurs déjà, à la température ordinaire, plusieurs degrés d'oxydation; quoi d'étonnant à ce qu'il en soit de même à haute température, où les réactions chimiques se produisent généralement avec une plus grande facilité?

Pensant que cette variation du pouvoir émissif devait se traduire par un changement de la *couleur* du corps, nous avons fait l'expérience suivante : un manchon d'oxyde de cérium pur reçoit sur sa surface l'image réelle d'une lampe à arc formée par une lentille. On photographie ce manchon et l'image apparaît nettement sur le tissu d'oxyde. La même expérience est recommencée avec le même temps de pose, mais le brûleur qui supporte le manchon étant cette fois allumé. Ce second cliché donne une image très faible du manchon, qui émet comme nous l'avons dit précédemment, des radiations rouges et, par conséquent, peu photogéniques, mais on observe que *l'image de la lampe à arc a presque disparu.*

Il faut en conclure que l'oxyde de cérium en flamme réductrice (réalisée, d'ailleurs, par tous les brûleurs industriels) *devient noir à haute température.*

III. — **Essai de théorie de l'incandescence par le gaz.** — Cette expérience très simple, qui montre que l'oxyde de cérium devient noir à haute température, et acquiert, par conséquent, un pouvoir émissif considérable, fait rentrer cet oxyde dans la série des corps noirs qui servent à donner à l'oxyde support les qualités requises pour l'éclairage. On a, en effet, employé avec succès, au lieu et place de l'oxyde de cérium : l'oxyde d'argent, le noir de platine, l'oxyde de chrome, etc., tous corps noirs à grand pouvoir émissif. L'oxyde de cérium, de beaucoup le plus employé, semblait faire exception à cette règle.

Pour bien comprendre le rôle si net que joue la teneur exacte du mélange en oxyde radiant, il faut remarquer que la température que prend un corps chauffé par une flamme dépend :

1° De la température même de la flamme;
2° De la vitesse du courant gazeux;
3° Du pouvoir émissif de la substance chauffée.

Or, la température de la flamme est limitée, on le sait, par les phénomènes de dissociation, car à 2500 degrés la vapeur d'eau se décompose en oxygène et hydrogène; cette température ne peut donc être dépassée, ni même atteinte.

La température limite que prend le manchon dépend donc d'un équilibre qui est atteint quand l'apport de chaleur, dû à la convection du mélange gazeux, contre-balance exactement les pertes dues au rayonnement.

Digitized by Google

Si donc le pouvoir émissit est considérable (oxyde de cérium seul), la température limite sera faible, et l'intensité lumineuse petite, car on sait que l'intensité lumineuse croît extrêmement vite avec la température.

Si, au contraire, le pouvoir émissit est faible (oxyde de thorium seul), la température sera très élevée, mais l'oxyde ayant un pouvoir émissif lumineux très faible, la quantité de lumière obtenue sera également faible.

On conçoit donc qu'un mélange approprié puisse présenter des pouvoirs émissifs intermédiaires et tels que le rapport $\frac{\text{Lumière}}{\text{Chaleur}}$ passe par un maximum.

Telle est, il nous semble, la théorie la plus probable du fonctionnement des manchons actuels (1).

Ch. Féry,
Docteur ès Sciences,
Professeur à l'École de Physique et de Chimie de Paris.

VARIÉTÉS

Perforatrice électrique à rotation.

La Compagnie Générale Électrique de Nancy a établi un modèle de perforatrice électrique, qui paraît très pratique pour creuser des trous de mine dans les roches tendres. Elle est portative et fonctionne par rotation.

La mèche de la perforatrice, quel que soit son diamètre, se fixe, à l'aide d'un emmanchement carré, au bout d'une lance filetée, qui est animée de deux mouvements : elle accomplit un mouvement de rotation grâce à deux entraîneurs, qui prennent dans des rainures, ménagées le long de la lance; en même temps, elle participe à un mouvement progressif en avant, grâce à un écrou, qui prend dans le

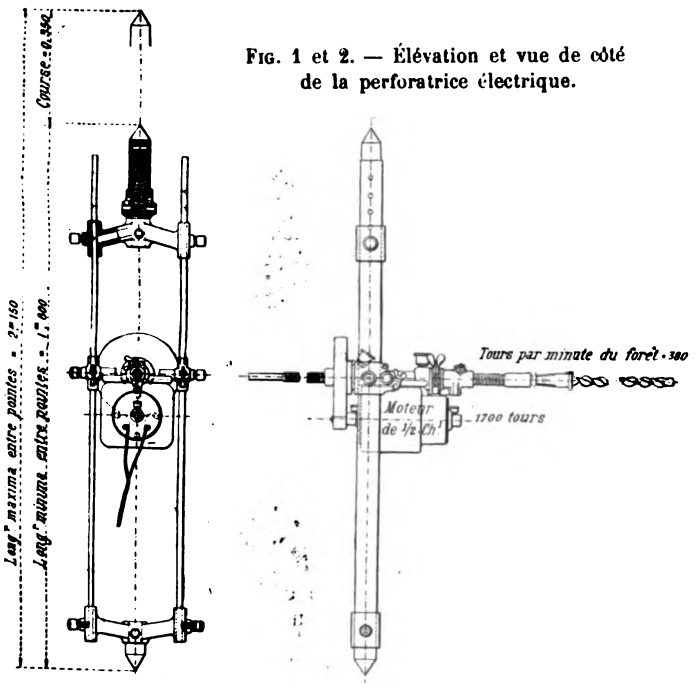


Fig. 1 et 2. — Élévation et vue de côté de la perforatrice électrique.

filet de la lance. Cet écrou, qui fait avancer la lance, est accouplé, par l'intermédiaire d'un collier à friction, avec l'arbre secondaire du moteur électrique. Si la mèche rencontre une résistance anormale, l'écrou glisse et la marche en avant est interrompue.

Une paire d'engrenages, placés dans un carter en fonte, vient transmettre le mouvement à la lance, placée directement sur le moteur avec tous ses organes de mouvement. Pour la commodité de la manœuvre de l'instrument, on a ménagé une douille filetée qu'il suffit de faire basculer pour enlever aisément la lance.

Pour mettre en place le moteur et le suspendre à une hauteur déterminée, l'on a recours à un cadre très solide composé de deux fers-plats et de deux traverses en fonte qui réunissent les fers-plats : le tout forme un ensemble très rigide, qui se fixe aux parois de la galerie; pour cela, l'une des traverses est munie d'une pointe fixe, l'autre d'un long écrou terminé en pointe. En faisant mouvoir l'écrou, l'on peut augmenter l'intervalle entre les deux points et appuyer ainsi fortement le cadre entre les parties supérieure et inférieure de la galerie. Quand le cadre est ainsi fixé par deux points situés dans l'axe, il ne subit aucun effort de torsion. On peut même, sans le desserrer, déplacer le foret, de manière à percer plusieurs trous dans le voisinage les uns des autres : il suffit, pour cela, de faire pivoter le cadre autour de son axe.

Si l'on tient à fixer la perforatrice d'une façon plus parfaite, on relève légèrement la traverse qui porte la pointe fixe, de façon que les deux fers-plats dépassent cette pointe. Le cadre porte alors par trois points et l'on obtient une rigidité absolue.

La traverse, qui présente une pointe fixe, est assez basse pour que le foret puisse descendre tout près de la paroi; en plaçant la pointe fixe à la partie inférieure ou supérieure de la galerie, l'on peut percer des trous tout en haut ou tout en bas du front de taille.

Chaque appareil est muni de trois paires de fers-plats de différentes

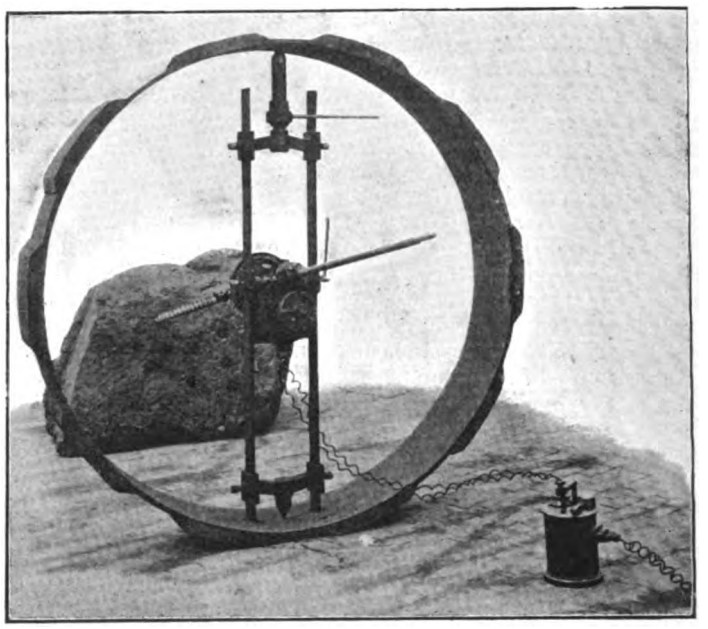


Fig. 3. — Perforatrice électrique en fonctionnement.

longueurs, qui permettent de disposer la perforatrice dans toutes les galeries dont la hauteur est comprise entre 1m 63 et 2m 75.

Le moteur avec ses engrenages, le carter et tous les accessoires qui concourent à produire le mouvement de la vis, pèsent 50 kilogr.; le cadre, assemblé avec ses traverses, atteint à peu près le même poids; deux hommes arrivent à mettre la perforatrice en place au bout de cinq à sept minutes; on peut creuser un trou d'une profondeur de 1 mètre et de 3 à 4 centimètres de diamètre au bout d'un intervalle de temps compris entre une minute et une minute et demie, suivant la dureté plus ou moins grande de la roche. Quant au moteur il possède une puissance comprise entre 1 cheval et 1 cheval et demi.

La perforatrice comprend encore un rhéostat de démarrage, hermétiquement fermé, présentant deux bornes pour la prise du courant et une manivelle pour la mise en marche. Les figures 1 et 2 donnent les détails de construction de l'appareil, et la figure 3 une vue d'ensemble de la perforatrice en travail, creusant un bloc de minerai.

Accidents dans la marche des hauts fourneaux.

Des perturbations de peu d'importance dans la marche d'un haut fourneau rendent le fer pâteux, la scorie foncée; on y remédie en diminuant la pression du vent, en augmentant la proportion de coke et la température du vent.

Un cas plus grave est celui où le fer se refroidit au point d'obstruer la rigole et le trou de coulée. Il ne reste de liquide que la masse située devant les tuyères, tandis que la partie centrale est plus ou moins solidifiée. On doit alors employer sans retard les mêmes remèdes que ci-dessus, et amener la fusion de la partie solide par des moyens artificiels, comme l'emploi du chalumeau. Dans certaines usines, on préfère attaquer cette masse au marteau ou au vilebrequin, travail long, pénible et qui souvent ne fait qu'augmenter l'obstruction du trou de coulée par les débris des matières.

Pendant ce temps, il arrive : soit que la pression du vent est supérieure à celle de la partie restée liquide et privée d'écoulement ; alors celle-ci tend à se refroidir et à boucher la tuyère; il vaut mieux arrêter la circulation d'eau, qui accroîtrait encore l'obstruction ; soit que la pression du bain est supérieure à celle du vent; alors les tuyères sont envahies ainsi que les conduites de vent.

Dans certains types de fourneaux une grande partie de la tuyère dépasse la maçonnerie, dans l'intérieur de la cuve, et, dans le cas qui nous occupe, se trouve emprisonnée dans le bain qui peut en détruire

(1) Pour plus de détails sur ces questions, voir : *Rayonnement calorifique et lumineux de quelques oxydes*, par Ch. Féry. Paris, Gauthier-Villars, 1902.

Digitized by Google

l'enveloppe réfractaire et la tôle, et, rencontrant l'eau de circulation, déterminer une explosion.

Si le fer liquide et les scories ont accès au trou de coulée du laitier, il convient de faire écouler par là tout l'ensemble, quitte à séparer ensuite le fer avant qu'il se soit refroidi.

Si une partie du bain est séparée du trou de coulée par des matières solides, on maintient la pression du vent dans cette région, pour prévenir l'envahissement des tuyères, et on opère la coulée sur le reste du bain, en cessant de souffler dans cette région seulement. Quant à la partie qui n'a pas d'issue, on est généralement obligé de la faire écouler par les conduites de vent, à moins qu'on ne puisse percer la paroi du fourneau.

Des combinaisons analogues s'appliquent aux cas intermédiaires, où certaines régions du bain sont complètement isolées dans la masse pâteuse, tandis que d'autres communiquent avec une ou plusieurs tuyères.

Pendant qu'on fait écouler le bain par une tuyère, on continue néanmoins de faire marcher les autres et l'exploitation n'est pas arrêtée; on arrive alors peu à peu à rétablir la communication de toutes les parties liquides avec le trou de coulée. Il faut au contraire éviter les interruptions de la marche du fourneau, qui ne peuvent qu'aggraver les difficultés.

Dans le cas d'obstruction complète du haut fourneau, il faut agir énergiquement pour éviter la prise en masse de toute la charge; c'est un travail long et difficile. On supprime complètement l'eau de refroidissement, et on dégage les deux tuyères voisines du trou de coulée des laitiers; puis on s'efforce de les déboucher, par exemple avec un chalumeau, et d'opérer la fusion des matières jusqu'à obtenir communication entre les orifices des tuyères et le trou de coulée. On peut alors continuer l'opération en rétablissant les deux tuyères et en évacuant les matières fondues par le trou de coulée. On recommence l'opération sur les tuyères voisines des précédentes jusqu'à ce qu'elles soient toutes dégagées les unes après les autres. La durée de ce travail dépend des matières plus ou moins dures en présence desquelles on se trouve, fer ou laitier.

La fusion des matières à l'aide du chalumeau, indiquée dès 1886 par M. Lürmann, dans le *Stahl und Eisen*, auquel nous empruntons également ces renseignements, demande beaucoup d'expérience et d'habileté, vu les conditions incommodes où l'on opère. On doit obtenir un commencement de fusion au bout d'un quart d'heure environ de soufflage. M. Lürmann a également signalé l'emploi de combustibles liquides, pétrole et autres, injectés par les tuyères pour fournir la chaleur qui manquait momentanément et obtenir de nouveau la fusion des matières.

Appareil micrométrique pour la comparaison des longueurs en bout.

Le comparateur, qui était autrefois un appareil de laboratoire, est devenu un instrument indispensable aux ateliers d'outillage qui construisent des calibres ou des jauges. C'est ainsi que plusieurs constructeurs ont établi des types de comparateurs appropriés aux usages des ateliers.

Ces appareils comportent un banc horizontal qui porte à l'une de ses extrémités la vis micrométrique, à l'autre extrémité une butée avec indicateur de contact. Cet indicateur est constitué, soit par un levier amplificateur, soit par une pièce tenue par simple pression, et qui tombe lorsque la pression se trouve équilibrée par celle de la pièce à mesurer. D'autres appareils, enfin, emploient un contact électrique.

Le comparateur représenté par la figure ci-dessus, et dont nous empruntons la description à l'*Engineer*, présente une intéressante particularité dans son indicateur.

Cet indicateur se trouve formé d'un niveau à bulle d'air P, articulé autour d'un axe, et pourvu d'un levier N sur lequel vient s'appuyer la butée L. Un ressort R maintient en contact ces deux parties. La longueur qu'il s'agit de vérifier s'introduit entre les deux pièces L et A, et les déplacements de L sont amplifiés par le niveau P dans le rapport de 4 000 à 1; autrement dit, la bulle se déplacerait de 4 millimètres pour un déplacement de 1 millième de millimètre de L. La vis Q sert au réglage initial.

Ce comparateur, construit par la Newall Engineering C°, présente les dispositions générales suivantes : le banc repose sur trois pointes; la vis principale A a un pas profond de $2^{mm}5$; la vis A et l'écrou B ont les mêmes longueurs de filetage; ils sont filetés sur une longueur égale à trois fois la course, de sorte qu'il n'y a jamais moins des deux tiers de la longueur en prise. La vis A est commandée par le bouton moleté C, pour les déplacements rapides. Pour les déplacements lents, on solidarise de l'axe, à l'aide de l'excentrique E, le levier D pourvu de la vis F, s'appuyant sur la réglette G. Lorsqu'on ne sert pas de ce levier D, on le rend fou à l'aide de l'excentrique E, et il ne suit alors la vis A que dans ses déplacements longitudinaux. La barre H porte des divisions dont l'espacement est égal au pas de la vis. Le tambour S est gradué en centièmes de pouce d'un côté, en millièmes de pouce de l'autre, et le vernier I donne le dix-millième de pouce. Le support K qui porte la barre H est mobile, et peut être fixé dans une position quelconque pour la mise au zéro.

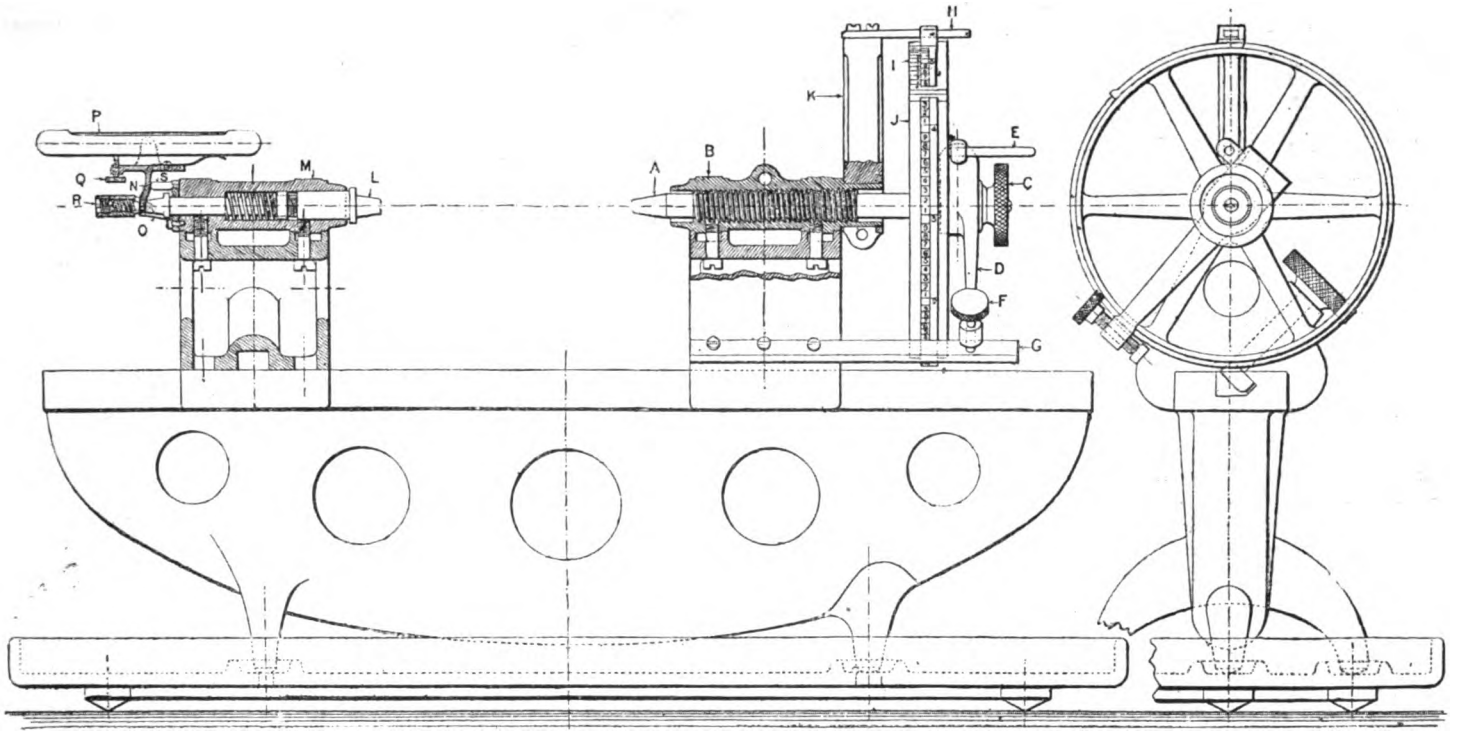


FIG. 1 et 2. — Élévation et vue en bout du comparateur.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 27 juillet 1903.

Chimie biologique. — *Emploi de la bombe calorimétrique pour démontrer l'existence de l'arsenic dans l'organisme.* Note de M. G. BERTRAND.

Les quantités d'arsenic qui existent à l'état normal dans les tissus sont en général trop petites pour qu'on puisse les découvrir avec certitude à l'aide des méthodes antérieurement en usage. D'autre part, les réactifs incomplètement purifiés introduisent toujours des traces d'arsenic.

M. Berthelot avait déjà proposé l'emploi de sa bombe calorimétrique pour le dosage des corps simples contenus dans les composés organiques.

M. Bertrand a essayé si des organes secs, d'origine animale ou végétale, subiraient une combustion aussi complète que des composés organiques définis, et si l'on pourrait retrouver les traces d'arsenic qui y étaient contenues. Le succès de ces expériences a été complet, à condition d'opérer avec une bombe en platine.

L'allumage de la substance est assuré à l'aide d'une mèche de fulmi-coton, prise dans une boucle du fil de platine au travers duquel on envoie le courant électrique. Mais, ici, on doit prendre du fulmi-coton préparé avec des acides absolument purs.

On transvase le contenu de la bombe dans une capsule, et l'on évapore à sec avec précaution pour chasser l'acide nitrique dû à la combustion partielle de l'azote ; on reprend le résidu par quelques gouttes d'acide sulfurique et un peu d'eau, et on introduit directement la solution dans l'appareil de Marsh.

L'existence de l'arsenic dans tous les tissus de l'organisme (particulièrement les poils, les ongles, les cornes) est ainsi mise hors de doute.

Chimie générale. — *Arsenic dans les eaux de mer, dans le sel gemme, le sel de cuisine, les eaux minérales, etc. Son dosage dans quelques réactifs usuels.* Note de M. Armand GAUTIER.

M. A. Gautier présente les résultats de dosages de haute précision (1) faits sur l'eau de mer ou les eaux minérales de diverses provenances. C'est ainsi qu'il a trouvé, sur les côtes de Bretagne, par litre d'eau de mer : arsenic minéral, $0^{mg}009$; arsenic organique, $0^{mg}0008$. Dans l'Atlantique (Açores) : $0^{mg}025$ à $0^{mg}08$. Dans le sel marin : $0^{mg}003$ à $0^{mg}014$. Dans les eaux de Vichy : $0^{mg}12$ à $0^{mg}31$.

Il a dosé, en outre, l'arsenic dans la plupart des réactifs prétendus purs dont on se servait dans les méthodes antérieures de recherche de ce corps. Les quantités trouvées, quoique très faibles, peuvent fausser les résultats des expériences très délicates.

Chimie minérale. — *Préparation et propriétés d'un siliciure de ruthénium.* Note de MM. Henri MOISSAN et Wilhelm MANCHOT.

Lorsque l'on chauffe au four électrique un mélange de 1gr 5 de ruthénium en poudre et de 7 grammes de silicium cristallisé, placé dans une nacelle de charbon au milieu d'un tube de même substance, on obtient rapidement la fusion du mélange, puis la combinaison se produit ; elle est accusée par un rapide dégagement de vapeur, enfin le liquide redevient tranquille et on arrête l'expérience.

Le culot métallique est concassé, réduit en poudre, puis traité par une lessive de soude au bain-marie et, ensuite, par un mélange d'acide fluorhydrique et d'acide nitrique. Il reste, après ces traitements, des cristaux blancs, brillants, mélangés à des quantités variables de carborundum que l'on peut séparer, grâce à leur différence de densité, au moyen de l'iodure de méthylène.

Les cristaux obtenus, très brillants, sont blancs et d'aspect métallique ; leur densité est de 5,4.

Ce siliciure de ruthénium est très dur, raye le cristal de roche et le rubis. Il est volatil au four électrique.

C'est un composé très stable ; cependant, brusquement chauffé, il brûle dans l'oxygène avec une belle incandescence.

M. Moissan indique les artifices d'analyse qui lui permettent d'attribuer à ce corps la formule Ru Si.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 14, p. 222. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

Chronométrie. — *Sur les conditions de la synchronisation.* — Note de M. ANDRADE, présentée par M. H. Poincaré.

M. Andrade étudie, par le calcul, le régime d'une horloge synchronisée et le réglage de la force synchronisante.

Géographie physique. — *Sur les effondrements de la plaine de Sevran.* Note de M. G. DOLLFUS, présentée par M. de Lapparent.

Le 21 juin dernier, aux environs de Paris, sur la plaine située entre Sevran et Aulnay, près de la ferme de Fontenay, par 56 mètres d'altitude, il s'est produit un effondrement elliptique de 12 mètres sur 15 mètres, avec des parois descendant à pic sur une profondeur de 15 à 17 mètres. Jusqu'à 1m10 du sol, le trou s'est rempli d'une eau verdâtre et séléniteuse.

Le phénomène n'est pas rare dans la contrée, où on l'a observé notamment en 1685 et en 1858. Des entonnoirs ayant cette origine, connus dans le pays sous les noms de *torrents* et de *bouillons*, se voient au Bois Saint-Denis, aux Bois Royaux, entre Bondy et le Petit Groslay, sur la rive droite du canal de l'Ourcq. D'après la constitution géologique de la région, il est visible que ces effondrements affectent, avec le limon superficiel, l'épaisseur entière du calcaire dit de *Saint-Ouen*, et atteignent l'assise des sables de Beauchamp.

En remontant vers Gressy, la série des effondrements semble jalonner un parcours souterrain, qui continuerait au sud-ouest la direction du ruisseau de l'Arneuse et celle du cours supérieur de la Beuvronne. Cette dernière, descendant des hauteurs de Dammartin, court au sud-ouest jusqu'à Gressy-Souilly, point où elle se coude brusquement à l'est, pour rejoindre la Marne par le défilé de Claye.

M. Dollfus indique les accidents géologiques qui ont dû, probablement au milieu de la période pléistocène, modifier le cours de la rivière la Beuvronne, en laissant une nappe mobile souterraine qui circulerait à travers les sables et provoquerait, de temps à autre, un effondrement de la masse calcaire sus-jacente. Ce cours d'eau pourrait être utile pour l'alimentation des communes de la banlieue nord de Paris.

Physiologie. — *Recherches sur l'immunité naturelle des vipères et des couleuvres.* Note de M. C. PHISALIX, présentée par M. Edmond PERRIER.

En 1781, Fontana, après avoir fait mordre des vipères entre elles, ou leur avoir inoculé du venin avec une lancette, arrivait à cette conclusion que « le venin de la vipère n'est point un poison pour son espèce ». Duméril, Waddell ont répété ces expériences et sont arrivés au même résultat.

D'autres expérimentateurs comme Mangili, Cl. Bernard, affirment que les serpents peuvent être empoisonnés par leur venin ; seulement la mort serait très tardive. Par contre, dans 21 expériences faites avec le venin de cobra, Waddell a toujours constaté le même fait : le cobra inoculé avec son propre venin n'éprouve aucun symptôme d'empoisonnement.

M. Phisalix ayant dissous du venin sec de vipère dans l'eau salée au titre de 1 0/0, et injecté la solution, à doses progressives, dans la cavité péritonéale de vipères ou de couleuvres, est arrivé à cette conclusion : l'immunité naturelle des vipères et des couleuvres n'est pas absolue ; si elle est très élevée (500 à 600 fois plus grande que celle du cobaye) quand le venin pénètre par la voie cutanée ou péritonéale, elle est beaucoup plus faible (elle n'est plus que 25 à 30 fois plus grande que celle du cobaye) quand le venin est mis directement en contact avec le cerveau.

Physique. — *Sur la séparation des mélanges gazeux par la force centrifuge.* Note de MM. G. CLAUDE et E. DEMOUSSY, présentée par M. d'Arsonval.

Un des premiers moyens que l'un des auteurs a expérimentés en vue de l'extraction économique de l'oxygène de l'air, a été l'action de la force centrifuge sur les éléments inégalement denses qui constituent l'atmosphère. Depuis lors, des recherches analogues, notamment en Italie, auraient fourni, paraît-il, de l'air suroxygéné à 30 0/0. MM. Claude et Demoussy ont répété leurs essais, avec beaucoup de précautions, pour vérifier ces résultats.

Le mélange gazeux à étudier est introduit dans un solide tube d'acier, de 0^m03 environ de diamètre intérieur, et d'une longueur de 0^m50. Ce tube est divisé en trois compartiments, par deux cloisons internes symétriquement placées au voisinage des deux extrémités, qui servent de siège à des soupapes appliquées au repos par des ressorts. Le tube est fixé perpendiculairement par son milieu à un axe horizontal, qu'un moteur électrique peut faire tourner ; la vitesse linéaire de l'extrémité du tube atteint 94 mètres par seconde.

Sous l'action de la force centrifuge, les soupapes s'ouvrent vers la périphérie dès que le tube est en mouvement, de manière à établir une large communication entre le compartiment central et les deux petites chambres périphériques, qui reprennent leur indépendance à l'arrêt. L'étanchéité absolue des soupapes et des robinets a été soigneusement vérifiée.

Le mélange gazeux à séparer est introduit sous pression, cette condition, qui augmente la différence de densités, paraissant favorable à la séparation. Il est introduit dans le tube par un ajutage central ; une forte purge balaie l'atmosphère préexistante. On ferme les extrémités, puis l'ajutage central ; le tube est mis en mouvement pendant un temps qui a varié de une demi-heure à une heure. Puis des échantillons de gaz sont prélevés dans les trois compartiments, recueillis sur le mercure et analysés à l'aide de l'eudiomètre Schlœsing.

Les expériences, répétées avec de l'air, puis avec des mélanges de H et CO^2, ou de O et CO^2, n'ont pas indiqué de tendance appréciable à la séparation des éléments gazeux.

Physique industrielle. — *Sur une nouvelle méthode physique de recherche et de détermination du mouillage des vins.* Note de M. Georges MANEUVRIER, présentée par M. E.-H. Amagat.

Parmi les nombreuses falsifications des vins, l'addition d'eau ou *mouillage* est celle qu'on rencontre le plus fréquemment. Les chimistes ont divers moyens de caractériser ce mouillage, mais ils ne peuvent en déterminer la proportion qu'en disposant, pour la comparaison, d'un échantillon pur du même vin.

M. Maneuvrier a préféré étudier la *résistivité électrique* du vin, qui est susceptible de mesures précises et dont les variations dues à l'addition d'eau sont très nettes.

Un vin quelconque, bien défini, a une résistivité caractéristique, variant peu suivant les échantillons ; celle-ci augmente nettement par une faible addition d'eau. On peut donc construire les courbes de mouillage de vins donnés, et leur comparer ensuite la résistivité des échantillons suspects.

On peut employer, pour ces essais, la méthode de M. Lippmann, avec l'électromètre capillaire, ou celle, plus pratique, de Kohlrausch au moyen du pont et du téléphone.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Le problème des chemins de fer électriques à grande vitesse. — M. A. H. Armstrong a examiné, dans un mémoire présenté à l'American Institute of Electrical Engineers, les relations qui doivent exister entre le coût de premier établissement d'une ligne, la vitesse de marche, les dépenses d'exploitation, etc. Le *Street Railway*, du 4 juillet, reproduit ce mémoire.

En partant d'essais faits sur les chemins de fer suburbains, l'auteur trace d'abord les courbes de résistance du train, en se plaçant successivement dans trois cas : voiture isolée, train de deux voitures, et train long (huit voitures, par exemple).

Il trace ensuite, pour ces trois mêmes cas, des courbes de l'énergie dépensée par tonne-mille, et de la vitesse moyenne, en fonction du nombre d'arrêts par mille. Les efforts d'accélération et de freinage sont supposés de 52 kilogr. par tonne, et la durée de chaque arrêt de 15 secondes.

En raison de la résistance de l'air, les trains de une ou deux voitures dépensent beaucoup plus, et au delà de 120 kilom. à l'heure on ne peut songer à les employer. Ainsi, un train de plusieurs voitures, sans arrêt, absorbe 47 watts-heure par tonne-mille à la vitesse de 120 kilom., alors qu'une seule voiture absorbe 137 watts-heure, c'est-à-dire 3,7 fois plus, ce qui semble indiquer qu'il faut tendre à se rapprocher des conditions d'exploitation des chemins de fer

Digitized by Google

à vapeur, en tenant compte toutefois du trafic supplémentaire que peut occasionner l'augmentation de fréquence.

L'auteur étudie ensuite comment varie la charge remorquée par moteur, en fonction du nombre d'arrêts par mille. Pour un échauffement déterminé, cette charge est pratiquement constante. Il trace ensuite, pour diverses vitesses commerciales et pour les trois cas déjà étudiés, les courbes qui expriment pour une élévation de température donnée (60° C.) et pour quatre vitesses différentes, le nombre de tonnes par moteur en fonction de sa puissance nominale.

Il applique alors ces renseignements à un cas particulier, détermine la puissance des moteurs nécessaires et les prix de première installation et d'exploitation dans le cas de voitures isolées et de trains de deux voitures.

Bogies à un essieu des Chemins de fer de l'État danois. — Les chemins de fer de l'État danois ont appliqué et étendu à un grand nombre de locomotives de construction récente un nouveau type de bogie à un seul essieu offrant, sur le truck à deux essieux, l'avantage d'être beaucoup moins lourd, ce qui permet de réduire le poids mort des machines; 36 locomotives-tenders à 2/4 essieux en ont été munies à leurs deux extrémités. Ces machines sont destinées à un service de banlieue; elles atteignent des vitesses de 70 kilom. à l'heure sur des lignes très sinueuses.

Des locomotives à marchandises à 3/4 essieux ont reçu également l'application d'un avant-train à un essieu, présentant quelques dispositions intéressantes qui ont été décrites dans le numéro de mai de l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*. Une traverse en acier moulé relie les deux boîtes à huile de l'essieu; la jonction du châssis principal de la machine à celui du bogie se fait au moyen d'un cadre triangulaire, dont le point d'attache se trouve en avant de la traverse, de sorte que le bogie est *tiré* et non *poussé*, comme dans les bissels à timon, ce qui présente l'avantage de donner plus de stabilité à l'avant-train, dans les alignements droits et, dans les passages en courbe, de ramener toujours la roue extérieure vers l'axe de la voie. On évite, de cette façon, les frottements de cette roue contre le rail et, par conséquent, l'usure des boudins.

La traction électrique sur les Chemins de fer anglais. — Le *Street Railway* publie, dans son n° du 4 juillet, une étude sur la transformation éventuelle des chemins de fer anglais par la traction électrique.

L'auteur envisage à cet effet quatre sortes de lignes :

Les lignes principales à long parcours;
Les embranchements;
Les lignes interurbaines à grand trafic;
Enfin les lignes de banlieue autour des grandes villes.

En ce qui concerne les lignes principales, il estime que le moment de les transformer n'est pas encore venu. L'augmentation de vitesse ne suffit pas pour justifier la transformation; elle serait d'ailleurs possible avec les locomotives à vapeur, mais il est douteux qu'on en retire un avantage.

Les embranchements pourraient être utilement exploités par la traction électrique lorsqu'on dispose de forces motrices naturelles, mais il y a lieu d'examiner s'il ne serait pas plus avantageux d'employer des automobiles à vapeur ou à pétrole; plusieurs compagnies en ont déjà mis à l'essai.

Les deux autres sortes de lignes offrent un large champ d'application à la traction électrique. Toutefois, les compagnies de chemins de fer s'en sont peu préoccupées jusqu'ici, et ne tiennent pas beaucoup à effectuer la transformation, surtout pour la raison qu'elles ont peu amorti leur matériel, qu'elles se trouvent avoir des charges de capital atteignant quelquefois 470 000 francs par kilomètre de simple voie, et que la traction électrique les conduirait à augmenter encore ces charges. De plus, leurs gares terminus sont insuffisantes. La méthode américaine qui consiste à pénétrer dans la ville par les voies de tramways n'est pas applicable, parce que celles-ci n'ont pas la largeur d'ornières suffisante, que la vitesse légale est trop faible et les rues trop tortueuses.

L'auteur montre, par une série de cartes des environs des principales villes (Birmingham, Newcastle, Glasgow, etc.), quelles sont les conditions du trafic au voisinage de ces villes. Il est d'avis que la traction électrique s'y imposera d'ici cinq à dix ans, et qu'elle s'étendra quelquefois dans un rayon de 60 à 80 kilom.; la concurrence entre les moyens de communication, au voisinage des villes, obligera d'ailleurs les chemins de fer à augmenter leur vitesse moyenne, c'est-à-dire à employer de plus fortes accélérations, qui ne sont possibles qu'à l'aide des moteurs électriques.

CONSTRUCTION DES MACHINES

Applications de l'acier moulé aux pièces de locomotives. — Dans le numéro de juillet de la *Revue des Chemins de fer*, M. DU BOUSQUET fait connaître quelques applications intéressantes de l'acier moulé, qui ont été faites au Chemin de fer du Nord pour la confection de pièces de locomotives. Jusqu'à présent, ce métal avait remplacé la fonte pour un grand nombre d'usages et cette substitution s'était traduite par une diminution du poids des pièces et une augmentation de leur résistance. Mais on avait hésité à faire, en acier moulé, des organes importants du mécanisme. Des bielles, des essieux coudés et diverses pièces en acier moulé appartenant aux mouvements de propulsion, de distribution et de frein, viennent d'être appliqués sur plusieurs locomotives de la Compagnie du Nord.

Les conditions imposées pour les essais de traction sont : résistance 45 kilogr. au moins par millimètre carré; allongement 15 0/0 au minimum. En outre, des barreaux carrés de 30 millimètres de côté, placés sur des appuis distants de 160 millimètres, doivent pouvoir résister au choc de 15 coups de mouton du poids de 15 kilogr. tombant de hauteurs croissant de 0m 05 en 0m 05 depuis 0m 700. Toutes ces conditions ont été largement réalisées.

L'expérience montrera quelle confiance il y a lieu d'accorder à l'acier moulé, remplaçant le fer ou l'acier forgé pour des applications analogues à celles mentionnées précédemment.

CONSTRUCTIONS NAVALES

Les navires pour la traversée de la Manche. — M. J. H. BILES a lu devant l'Institution of Naval Architects, au sujet de ces navires spéciaux, un mémoire que reproduit l'*Engineering* du 10 juillet.

Les particularités qu'ils présentent sont :

1° Une grande vitesse par rapport à leur longueur, vitesse rendue possible par le peu de durée des passages, et par suite le faible approvisionnement de charbon. En 1889, le bateau le plus rapide du London and South Western Railway déplaçait 1 114 tonnes et filait 16,5 nœuds avec une machine de 2 250 chevaux indiqués. Les deux bateaux construits en 1894 font 20 nœuds et déplacent 1 350 tonnes; ils ont des machines de 4 500 et 5 300 chevaux.

2° L'importance d'un faible tonnage déclaré (en raison des droits qui résultent de l'entrée quotidienne dans les ports), ce qui conduit à laisser ouverts certains espaces que, au point de vue de la sécurité, il y aurait intérêt à fermer.

L'article est accompagné de deux tableaux des navires existants, avec indication de leurs dimensions et des éléments des machines et chaudières.

ÉLECTRICITÉ

Nouvelle usine de la Corporation de Manchester. — Le réseau de distribution d'énergie électrique de Manchester, le plus important de l'Angleterre, dessert actuellement 400 000 lampes, plus de 1 000 moteurs donnant 4 000 chevaux et 400 voitures de tramways. Il est alimenté par trois usines comprenant ensemble 26 500 kilowatts (Bloom Street, Dickinson Street, Stuart Street).

L'*Electrical Review*, du 26 juin, décrit la nouvelle usine de Stuart Street, où le courant triphasé est produit à 6 500 volts, 50 périodes, pour être converti dans des sous-stations en courant continu à 550 volts pour la traction, de 205-410 volts pour la lumière et la force.

La salle des chaudières contient 24 générateurs multitubulaires de 4 200 kilogr. chacun timbrés à 14 kilogr., à chauffe automatique par grilles-chaines.

Le tube d'échappement à l'air libre est en fonte et monté dans l'axe de la cheminée. La tuyauterie est double dans la salle des chaudières, et en boucle dans celle des machines; elle est formée de tubes d'acier soudé, avec brides en fer.

La salle des machines comprend six machines verticales cross-compound, commandant à 94 tours des alternateurs de 1 500 kilowatts. La distribution est du type Corliss et les régulateurs sont commandés depuis le tableau. Les machines sont pourvues chacune d'un condenseur barométrique. Trois groupes de 200 kilowatts à 220 volts servent à l'excitation et aux services intérieurs de l'usine. L'excitation est également assurée par deux moteurs-générateurs.

Le tableau comporte comme dispositions spéciales des coupe-circuits doubles visitables pendant la marche, et un système téléphonique pour la synchronisation mécanique des alternateurs.

MÉCANIQUE

Mesure des diamètres extérieurs des filetages. — M. WALTER CANTELO décrit dans l'*American Machinist*, du 11 juillet, une méthode qu'il emploie pour la vérification des dimensions extérieures des vis. Cette méthode consiste à introduire dans le filet un fil cylindrique de diamètre a, et à mesurer, soit la distance x entre la surface extérieure de ce fil et l'extérieur du filet opposé, soit le diamètre extérieur x_1 du cylindre circonscrit à un fil enroulé dans le filet, soit enfin la distance oblique x_2 entre les génératrices extérieures d'un fil enroulé sur un demi-pas

Si D est le diamètre extérieur du fil tronqué;
D_2 le diamètre du noyau (troncature non comprise);
β la distance radiale entre l'extérieur du noyau et le centre du fil, on a :

$$x = \frac{D}{2} + \frac{D_2}{2} + \beta - \frac{a}{2}$$

$$x_1 = D_2 + 2\beta + a$$

$$x_2 = \sqrt{(D_2 + 2\beta)^2 + \left(\frac{pas}{2}\right)^2} + a.$$

L'auteur publie trois tables des valeurs de x, x_1, x_2, pour les diverses dimensions de filetage au pas U. S., au filetage à 60 degrés, et au pas Whitworth. Il donne les indications qui lui servent à déterminer les limites du diamètre a. Il considère enfin le filetage Acme, à 29 degrés, pour lequel il engage à prendre un diamètre de fil pour chaque pas, ce diamètre étant tel que, engagé dans le filet, le fil affleure exactement le diamètre extérieur de celui-ci.

Résistance des trains. — Le *Street Railway* reproduit dans son numéro du 27 juin une communication de M. J. B. Blood à l'American Society of Mechanical Engineers, dans laquelle l'auteur examine comparativement diverses formules qui ont été proposées pour exprimer la résistance d'un train.

Il arrive ensuite à une formule générale :

$$R = A + BM + CM^n + \frac{DM^p}{T} + E\frac{M^p}{T}$$

dans laquelle A, B, C, D, E sont des constantes, M la vitesse, T le poids du train, n un exposant relatif au frottement latéral de l'air, p un exposant relatif à la résistance à l'avant et à l'arrière.

Réunissant ensuite en un seul les termes exponentiels, il propose la formule suivante, suffisante pour tous les besoins ordinaires :

$$R = A + BM + \left(C + \frac{D}{T}\right) M^n$$

R étant exprimé en livres par tonne, M en milles à l'heure, T en tonnes, l'exposant n a pour valeur 1,8 et les divers coefficients ont les valeurs suivantes :

A peut varier de 3 (pour les trains de marchandises lourds) à 7 (pour les voitures isolées légères);
B = 0,15 à 0,12, suivant la solidité de la voie;
C = 0,0014 à 0,0016, suivant les types de voitures;
D varie de 0,25 (pour les voitures de faible section) à 0,40 (pour les grandes voitures des trains express).

L'auteur compare ensuite sa formule avec d'autres en usage et montre que celles-ci sont généralement moins rationnelles sans être plus simples.

MINES

Les acquisitions de mines de charbon par les usines métallurgiques, dans le bassin de la Ruhr. — La tendance qu'avaient déjà manifestée diverses usines métallurgiques à s'approvisionner de charbon par leurs propres moyens, s'est aujourd'hui remarquablement accentuée dans le bassin minier de la Ruhr, où dix-huit forges étaient, en 1902, propriétaires de mines, et en retiraient 11 000 000 de tonnes de houille, soit près de 20 0/0 de l'extraction du bassin entier. Les forges « Deutscher Kaiser » disposent de concessions qui embrassent 18.000 hectares, et occupent le premier rang

Digitized by Google

parmi les propriétaires de mines du bassin ; ensuite vient la « Gutehoffnungshütte », avec plus de 8 000 hectares. Bien d'autres usines ont cherché à en acquérir sans y être encore parvenues, et cette ardeur s'explique par le prix du charbon, qui ne semble pas devoir s'abaisser au-dessous de la moyenne des dernières années. Les acquisitions ont eu lieu par voie de concession ou d'achat de mines, soit exploitées, soit inexploitées ; il serait aujourd'hui trop tard pour obtenir avantageusement d'autres concessions.

M. Hundt, dans le *Stahl und Eisen*, du 1er juillet, énumère divers exemples de ces transactions et des considérations qui en fixent ordinairement le prix ; on peut dire qu'une mine qui extrait 500 000 tonnes par an dans des conditions moyennes, ne vaut pas moins de 10 000 000 de marks. Il est donc à propos que la situation financière des usines leur permette de payer la mine avec leurs propres actions, cotées à des cours élevés.

Le prix des gisements inexploités eux-mêmes tend actuellement à s'élever, comme en font foi les chiffres rapportés par M. Hundt, et ne pourra que progresser.

L'auteur indique les proportions du champ d'exploitation que l'on doit acquérir, suivant l'extraction prévue, d'après les résultats de l'expérience ; il examine l'influence de la nature des morts-terrains (couches perméables) ; l'étage turonien notamment est de perméabilité variable, et on peut avoir à y foncer des puits par les procédés spéciaux aux terrains aquifères, ce qui change considérablement les prix de revient.

Enfin, la qualité du charbon, la puissance des couches, la nature des épontes, sont de la plus haute importance pour fixer la valeur d'une mine. Les exploitations de l'ouest du bassin semblent être dans des conditions plus favorables, la production annuelle du mineur y variant de 250 à 300 tonnes, au lieu de 200 à 260 tonnes pour le groupe de l'est.

M. Hundt termine par un exposé sommaire des dépenses à prévoir pour l'installation d'un siège ; environ 6 000 000 de marks pour un siège dont l'extraction annuelle est de 500 à 600 000 tonnes, avec 600 mètres de morts-terrains, soit, avec l'achat de la mine et les intérêts, 8 500 000 marks ; le fonçage des puits peut durer de deux à cinq ans, suivant les conditions, et notamment les venues d'eau. Il faut enfin compter au moins cinq ans d'exploitation avant d'en retirer un bénéfice.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Du tirage artificiel et de l'usage d'eau pulvérisée au lieu de vapeur dans les chambres de plomb. — Parmi les tentatives de toutes sortes qui ont été faites au cours de ces vingt dernières années pour améliorer le rendement des chambres de plomb, modifications des formes et du nombre des chambres, adoption de tours supplémentaires, de canaux refroidisseurs, etc., aucune n'a donné de résultats plus concluants que les modifications destinées à affranchir les chambres de plomb des irrégularités du tirage naturel qui, au moyen des tours ou d'une cheminée, déterminait en général l'avancement des gaz à travers les appareils.

M. P. Kestner, étudiant cette question dans le *Moniteur scientifique* (juillet), rappelle tout d'abord les premiers essais tentés pour régulariser, à l'aide d'appareils spéciaux, le tirage dans les chambres de plomb ; ces essais ne furent pas toujours couronnés de succès, étant données l'ignorance relative où l'on était de la position exacte à donner aux appareils régulateurs et l'impossibilité où l'on se trouvait de les construire en matériaux appropriés.

Il examine ensuite la solution adoptée en Amérique où l'emploi du tirage artificiel est aujourd'hui général et montre les inconvénients de cette solution dans laquelle un ventilateur, placé en tête des chambres, y refoule les gaz. D'après M. Kestner, cet appareil doit se mettre en queue et, dans ce but, il a étudié un ventilateur aspirant, dont le dernier modèle est constitué par une turbine en plomb antimonié, très massive et à faible vitesse, tournant dans une enveloppe de plomb antimonié laminé ou en pierre de Volvic.

L'emploi des ventilateurs activant l'intensité des réactions dans les chambres de plomb, il en résulte une élévation de la température qui produit une dépense exagérée de nitrate et une usure rapide du plomb. On pare à ces inconvénients en refroidissant les chambres, soit par un arrosage d'eau, soit par des canaux de circulation d'air ou d'eau ; mais, les meilleurs résultats sont fournis par la substitution de l'eau pulvérisée à la vapeur admise dans les chambres. L'auteur donne d'intéressants détails sur ce dernier perfectionnement que M. Benker a mis au point.

En résumé, d'après les résultats obtenus en combinant la marche intensive par tirage artificiel avec la réfrigération par l'emploi de l'eau pulvérisée, on obtiendrait : 1° une marche plus régulière ; 2° une augmentation de production de 50 °/₀ sans augmentation sensible de la consommation de nitrate ; 3° une économie sensible de charbon.

Enfin, malgré l'accroissement de production, l'usure du plomb des chambres ne serait pas augmentée.

La surchauffe de la vapeur. — M. Aimé Witz, professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille, étudie, dans le *Bulletin de la Société Industrielle du Nord de la France* (1903), la surchauffe de la vapeur dont il donne tout d'abord un rapide historique.

L'auteur montre que l'invention raisonnée de la surchauffe doit être attribuée à Hirn qui fit breveter, en novembre 1855, un *hyper-thermo-générateur*, formé d'un faisceau de tuyaux se plaçant dans les carneaux, au milieu de la fumée, et pouvant développer dans la vapeur un haut degré de surchauffe. Cependant, malgré de nombreux essais, cette invention ne devint réellement pratique qu'au cours de ces dernières années avec les installations de M. Uhler qui adopta, en 1890, comme surchauffeurs, des tubes Field suspendus dans le courant des gaz chauds et insérés sur des récipients en tôle. A partir de ce moment, la question de la surchauffe fut reprise activement par les Ingénieurs, et de nombreux appareils furent imaginés ; parmi ceux-ci, celui de M. Schwœrer, ancien secrétaire de Hirn, semble avoir eu le plus de succès, près de 4 000 de ses appareils étant actuellement en service.

Le degré de la surchauffe dépend évidemment de l'étendue des surfaces des tubes qui la produisent ; cette étendue varie de 10 à 30 °/₀ de la surface de chauffe du générateur lui-même, et on ne cherche guère à dépasser 300 degrés. Ce principe de la modération dans la surchauffe semble d'ailleurs prévaloir, ainsi que M. Witz l'a constaté à l'Exposition de Düsseldorf où fonctionnaient un grand nombre de surchauffeurs.

Rapprochant un certain nombre de résultats d'essais faits en ces derniers temps sur diverses machines, l'auteur met en évidence les services rendus par la surchauffe qu'il résume dans les lois suivantes :

1° La surchauffe augmente le rendement des machines à vapeur quelles qu'elles soient, monocylindriques, Wolf, Compound ou Triplex, alors même qu'elles sont pourvues d'enveloppes à circulation de vapeur constituées dans les meilleures conditions ;

2° Le bénéfice croît avec le degré de surchauffe ;

3° La consommation par unité de travail reste constante à pleine et à demi-charge.

M. Witz termine son étude par l'explication théorique de ces faits qui sont de nature à encourager les praticiens à poursuivre leurs essais et à persévérer dans leurs tentatives. Il s'agit surtout, d'après lui, de perfectionner les surchauffeurs et de construire des moteurs permettant l'emploi des températures élevées sans leur faire perdre la sécurité du fonctionnement qui est la qualité maîtresse des appareils à vapeur.

TÉLÉGRAPHIE

Le téléchirographe Gruhn. — Cet appareil, destiné à la transmission télégraphique de l'écriture manuscrite, repose sur le même principe que les télautographes de Gray et de Ritchie, c'est-à-dire que le mouvement du crayon au poste transmetteur détermine, à l'aide de rhéostats, deux composantes rectangulaires du courant, qui, agissant sur deux appareils au poste récepteur, permettent de reconstituer le tracé. L'*Electrical World*, du 20 juin, décrit les particularités du nouvel appareil qui, comme les précédents, est destiné à servir en combinaison avec les postes téléphoniques.

Les points spéciaux de l'appareil résident surtout dans le récepteur, formé de deux électro-aimants dont les armatures agissent sur un miroir, qui envoie sur un papier sensible les rayons d'une petite lampe. Un dispositif automatique actionné par un petit moteur produit ensuite le développement automatique du message.

Ouvrages récemment parus.

Traité de Chimie industrielle, par R. Wagner et F. Fischer. *Quatrième édition française entièrement refondue*, rédigée d'après la quinzième édition allemande, par le docteur L. Gautier. — Deux volumes grand in-8° de 1830 pages, avec 1033 figures. — Masson et Cie, éditeurs, Paris, 1903. — Prix : brochés, 35 francs.

Le deuxième volume de la quatrième édition française de cet ouvrage important, destiné aux chimistes, ingénieurs, métallurgistes, industriels, etc., vient de paraître assez longtemps après le premier. Il est consacré aux matières suivantes : verrerie, céramique, produits organiques, matières colorantes, textiles, teinture et impression, papier, amidon, sucres, industries de fermentation, des corps gras, tannage des peaux, industries diverses.

Dans cet ouvrage, qui abonde en renseignements précis, l'étude de chaque industrie débute par un historique très court marquant les progrès qui ont été réalisés. Les procédés anciens qui sont encore en usage sont décrits ainsi que les appareils avec toute l'importance qu'ils méritent, mais la plus large place est faite aussi aux procédés nouveaux.

La théorie de chacun des procédés décrits est donnée toutes les fois que cela est possible. Ce livre est donc bien au courant de la science actuelle ; c'est ainsi qu'on y trouve des renseignements sur les nouvelles couleurs artificielles, les médicaments de synthèse, la fabrication de l'indigotine, la soie artificielle, le mercerisage du coton, la teinture au moyen des matières colorantes sulfurées, le procédé à l'*amylo*, la pasteurisation des vins, le tannage au chrome, etc.

Dans un appendice placé à la fin du volume se trouvent des renseignements sur des procédés qui sont nés depuis la publication du premier volume et qui auraient dû y prendre place à leur rang. Citons : le gaz Riché, le procédé de Ragosine, la lampe Nernst, la fabrication électro-thermique du fer et de l'acier, le procédé Martin-Siemens continu, la fabrication de l'acide sulfurique anhydre par les procédés de contact, l'appareil Valentiner, etc.

Mise en valeur des gîtes minéraux, par F. Colomer (*Encyclopédie des Aide-Mémoire*). — Un volume petit in-8° de 184 pages. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1903. — Prix : broché 2 fr. 50 ; cartonné, 3 francs.

Cet ouvrage est un bref résumé des connaissances nécessaires à l'exploitation d'une mine métallique, à l'exclusion des détails relatifs aux houillères. L'auteur y décrit les travaux de prospection et de sondages, les travaux d'accès au gîte (puits, galeries, soutènements). Il examine le choix du mode d'exploitation, les procédés d'abatage, les explosifs, les divers systèmes de perforatrices.

Les derniers chapitres sont consacrés à l'étude du transport et de la remonte du minerai, à l'aménagement des eaux et à la ventilation. Un petit lexique des termes usuels de l'industrie minière termine le volume.

Notions de Technologie, par P. Jacquemart, Inspecteur général de l'enseignement technique, et J.-F. Bois, professeur de technologie. — Un volume in-16 de 680 pages, avec 444 figures. — Ch. Delagrave, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

Ces *Notions de Technologie* correspondent plus particulièrement aux programmes des Écoles primaires supérieures publiques ; elles s'adressent également aux Écoles pratiques de commerce et d'industrie, dont les élèves y trouveront décrites, au moins dans leurs grandes lignes, les principales industries qu'ils ont à étudier.

Aide-Mémoire de photographie pour 1903, 28e année, par C. Fabre, docteur ès sciences. — Un volume in-18 de 240 pages, avec figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : broché, 1 fr. 75 ; cartonné, 2 fr. 25.

Le Gérant : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 16. N° 1105. Samedi 15 Août 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro : 1 franc.**

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Le Sénégal et le port de Dakar, p. 241; Lt-Colonel G. Espitallier. — **Métallurgie** : Essais récents de plaques cémentées (1902-1903), p. 247; L. Baclé. — **Physique industrielle** : Nouveaux types de surchauffeurs de vapeur *(planche XVI)*, p. 249. — **Hygiène** : Les avantages et les inconvénients des égouts du système unitaire et du système séparatif, p. 251. — **Variétés** : L'alcool et sa valeur alimentaire, p. 252; — Commande électrique pour machines réversibles : laminoirs ou machines d'extraction, p. 253; — Perforatrice électrique Locke, p. 253.

Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (3 août 1903), p. 254.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 254; — Ouvrages récemment parus, p. 256.

Planche XVI : Nouveaux types de surchauffeurs de vapeur.

TRAVAUX PUBLICS

LE SÉNÉGAL ET LE PORT DE DAKAR

Conditions générales. — Si de plus jeunes possessions françaises sur la côte occidentale de l'Afrique ont, dans la période récente de notre expansion coloniale, donné le spectacle d'un développement plus rapide peut-être et d'une heureuse activité que récompensent des résultats presque immédiats, on ne saurait oublier que le Sénégal a été, pendant longtemps, le plus important territoire soumis à notre domination dans ces régions, et que c'est de Saint-Louis, sa capitale, que sont parties nos colonnes et nos missions, pour pénétrer et conquérir le Soudan.

Le Sénégal, en un mot, a été le noyau solide autour duquel se sont cristallisées, peu à peu, les diverses parcelles de ce vaste empire africain, dont nous avons le droit d'être fiers, et qui s'étend aujourd'hui, dans son groupement le plus important, non seulement sur les rives de l'artère fluviale qui lui a donné son nom, mais aussi dans la vallée du Niger.

Le choix malheureux de la capitale de notre colonie, qui lui servait en même temps de port d'accès, tout d'abord, a failli pourtant paralyser longtemps son commerce. Par sa position sur l'estuaire navigable du fleuve, Saint-Louis se trouvait sans doute assez indiqué pour cet emploi; mais, d'autre part, la barre du Sénégal, qui s'étend au large de ce port, est impraticable en tout temps aux gros navires, et elle s'oppose même à toute navigation pendant une notable partie de l'année.

Pour porter remède à cette situation déplorable, on s'est vu forcé d'organiser le véritable port de cette région à Dakar, qui reçoit aujourd'hui la visite des navires de guerre, et sert d'escale aux lignes régulières chargées de desservir la Colonie. Dakar, qui est en même temps un point stratégique important, situé sur la côte, au sud de Saint-Louis, possède, en effet, un mouillage naturel excellent et d'un accès facile, protégé à l'ouest par le massif du Cap Vert, et, au large de sa baie, par l'île de Gorée.

Les services publics ont cependant été maintenus à Saint-Louis, ainsi que le siège du Gouvernement, et la rivalité qui a existé entre les deux villes, la concurrence aussi que le port de Rufisque fait à l'une et à l'autre, en même temps que l'inévitable dispersion des efforts, n'ont pas été sans entraver, d'une façon regrettable, le déve-

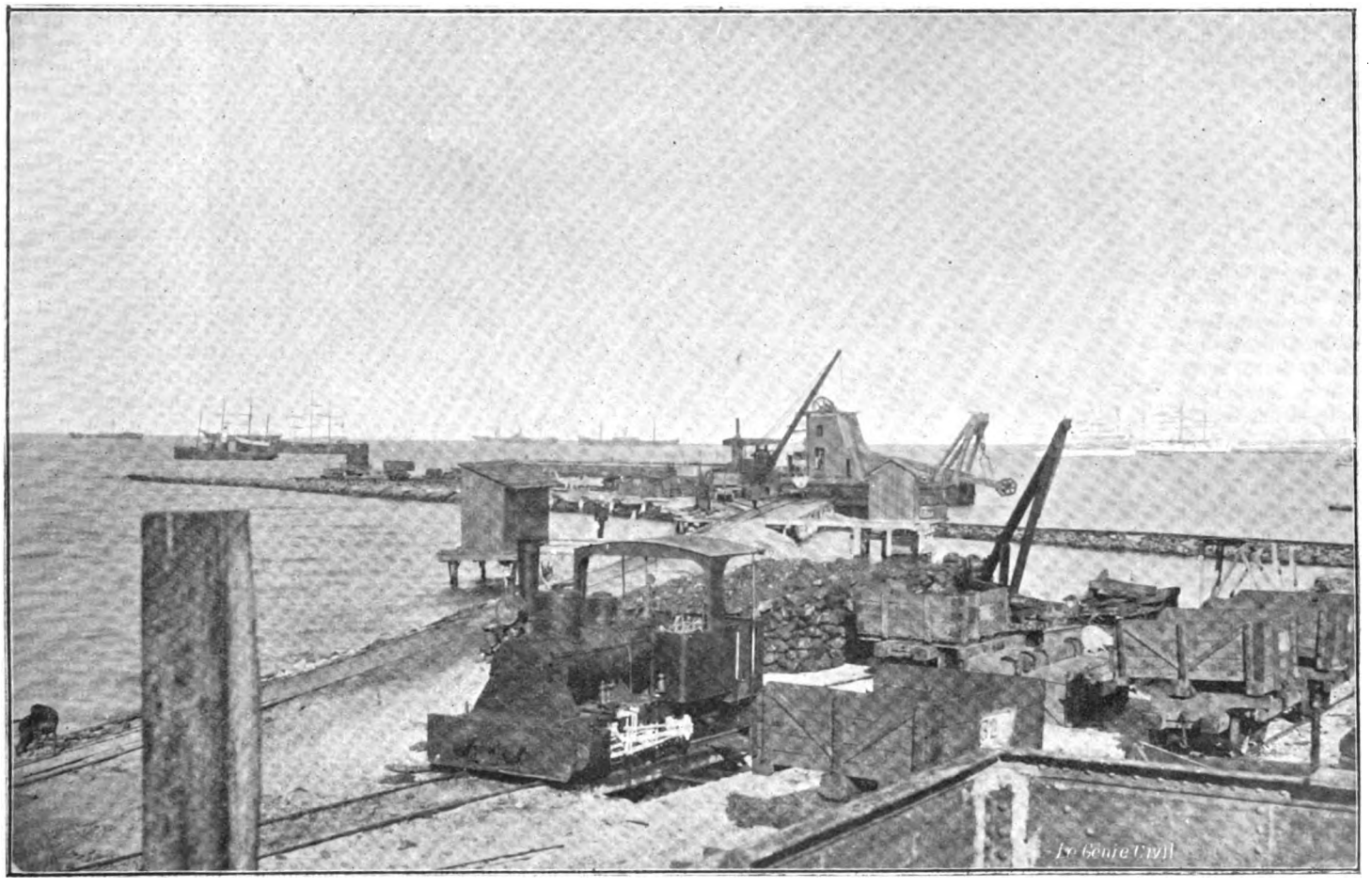


Fig. 1. — Le port de Dakar : Vue prise du réservoir de l'Aiguade.

Digitized by Google

loppement du port et de la cité de Dakar. Il en est résulté un malaise qui s'est perpétué jusqu'à aujourd'hui.

Cependant, on s'est décidé tout au moins à relier Dakar et Saint-Louis, par un chemin de fer de 264 kilom., longeant la côte du Cayor et donnant tout à coup la vie à cette bande littorale. Construite, tout d'abord, dans un but stratégique qui aurait suffi à en justifier la création, cette voie ferrée est devenue rapidement un outil commercial très important par le développement que la culture des arachides a pris dans la région traversée, à tel point que le trafic de la ligne suffit à en couvrir les frais, ou à peu près.

Jusque-là, la situation du Sénégal et du Soudan, au point de vue des voies de communication, était des plus singulières et même des plus précaires. Sous prétexte que le fleuve Sénégal est à peu près navigable jusqu'à Kayes, on commença par construire une voie ferrée de Kayes à Bafoulabé, capable ainsi de suppléer le fleuve dans la région des rapides; puis, par nécessité politique, autant que pour satisfaire aux besoins commerciaux, on résolut de relier cette ligne ferrée au cours du Haut-Niger, afin de drainer le commerce qui, depuis Tombouctou, peut emprunter cette voie fluviale. Ce nouveau chemin de fer est en bonne voie de construction. Dès aujourd'hui les rails s'allongent sur un parcours de plus de 320 kilom., jusqu'au delà de Kita. Ils s'avancent avec régularité vers Kouli-Koro, leur point terminus sur le Niger, que la locomotive atteindra certainement au début de 1905. Le développement total de Kayes à Kouli-Koro n'aura pas moins de 563 kilomètres.

Il ne faut pas oublier, toutefois, que le trafic considérable d'une aussi vaste contrée ne trouve, pour s'écouler, de Kayes à la mer, que la voie du fleuve Sénégal, toujours incertaine et peu rapide ; cette voie, d'ailleurs, aboutit à Saint-Louis, et, si les marchandises doivent s'embarquer à Dakar, il leur reste encore, après un second transbordement, à parcourir la ligne ferrée de Saint-Louis à Dakar. On conçoit donc tout l'intérêt qu'il y aurait à couper au plus court, et à rejoindre directement Kayes à Dakar, soit un parcours de 820 kilom. de voie nouvelle à créer.

On sait que cette entreprise si urgente est aujourd'hui décidée. Une mission d'officiers du Génie, sous la direction du colonel Rougier, procède en ce moment même aux études de cette ligne qui s'embranchera à Thiès sur celle de Dakar à Saint-Louis. La dépense est évaluée à 35 ou 40 millions. L'ensemble de ces travaux fera bien effectivement de Dakar le véritable port de toute cette immense région, et l'on ne saurait tarder plus longtemps à doter ce port de l'outillage que comporte son importance nouvelle.

Des considérations militaires sont venues récemment s'ajouter aux motifs commerciaux que nous venons d'examiner, pour rendre absolument urgente la réorganisation maritime de Dakar.

Après une longue période plus exclusivement absorbée par les seules éventualités d'une guerre continentale, l'incident de Fachoda est venu nous rappeler les nécessités de notre situation de grande puissance maritime et coloniale. Un vaste programme de travaux fut élaboré, pour assurer en premier lieu la protection de nos ports de guerre métropolitains, dont la sécurité avait été rendue singulièrement précaire par les progrès offensifs des navires et de l'artillerie; en second lieu, la communication libre et permanente de la métropole avec toutes les parties de notre empire colonial, si vaste et si dispersé, devait être également garantie par la création d'un nombre suffisant de solides points d'appui pour nos escadres.

L'effroyable consommation de combustible qu'entraîne le développement croissant de la vitesse des navires rend, en effet, nécessaire la constitution, sur les lignes de navigation, de dépôts de charbon d'autant plus nombreux et plus rapprochés; mais, en outre, ce nom de « point d'appui » qu'on leur a donné, indique le rôle que ces ports sont appelés à jouer dans une guerre maritime. Ce sont des lieux de refuge, de ravitaillement et de réparations pour nos navires; ce sont également des postes de surveillance sur les routes de navigation, et des bases d'opérations pour les escadres. Ce rôle si complexe exige, tout d'abord, que le point d'appui puisse résister par lui-même et soit solidement défendu contre toute agression; qu'il offre un mouillage suffisant en tout temps pour les plus grands navires; qu'il soit enfin pourvu de tout l'outillage d'un arsenal de réparations, et des formes de radoub qui en sont l'indispensable complément.

Pour éviter les inconvénients d'un trop grand émiettement de nos forces navales, il est indispensable de réduire strictement le nombre des points d'appui, dont la nécessité s'impose comme on vient de le voir; mais on ne saurait se dispenser d'en établir au moins un, sur la route du cap de Bonne Espérance, la seule sans doute qui nous permettrait de garder nos communications avec Madagascar et nos possessions d'Extrême-Orient, dans l'éventualité, qu'il faut prévoir, où le canal de Suez nous serait fermé.

Les importants travaux de fortification qui sont en voie d'achèvement à Diégo-Suarez, y constitueront un point d'appui de premier ordre fort heureusement situé; mais il importe d'avoir à mi-chemin de l'Europe un centre d'action, de réparation et de ravitaillement. Le port de Dakar est tout indiqué pour jouer ce rôle, c'est même le meilleur port de la côte occidentale de l'Afrique, jusqu'au Cap, et, grâce au chemin de fer qui relie Dakar à Saint-Louis, grâce à la voie ferrée qui va être construite en ligne directe vers Kayes, on est assuré d'amener à Dakar, en temps utile, tous les approvisionnements nécessaires au ravitaillement des croiseurs opérant dans l'Atlantique, en cas de guerre maritime.

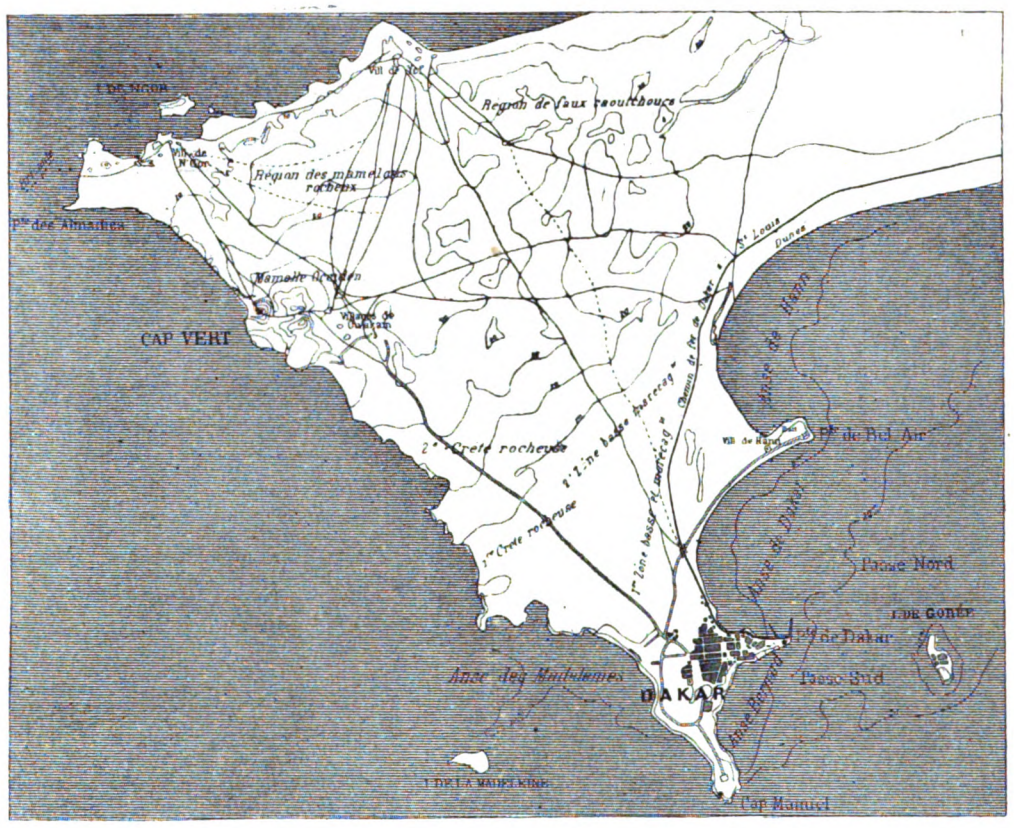


FIG. 2. — Carte de Dakar et de ses environs : Péninsule du Cap Vert.

L'organisation de ce point d'appui, qui avait reçu un commencement d'exécution au moment de l'alerte de Fachoda, fut donc également comprise dans le programme législatif de 1900, pour une somme globale de 14 millions.

Les travaux qui sont en cours amélioreront sensiblement les conditions du port, et contribueront, aussi bien que l'installation permanente d'importants établissements militaires, à y développer l'activité du commerce; mais ces installations, créées surtout en vue des besoins militaires, appellent la création complémentaire d'un port de commerce, dont les travaux vont être mis en adjudication à bref délai.

On peut donc prévoir pour Dakar l'avenir le plus brillant, lorsque l'achèvement des voies ferrées en aura fait le point naturel d'entrée et de sortie de tout le trafic des vallées du Sénégal et même du haut Niger. Dès à présent, sa prépondérance s'affirme aux dépens de Saint-Louis, à laquelle la présence des rouages administratifs donne seule encore un semblant de vie. Or, tandis que Saint-Louis paraît devoir rester la capitale du Sénégal, Dakar est appelé à devenir le siège du gouvernement général de l'Afrique occidentale, comme il est le nœud des communications de toute cette vaste région.

C'est ce qu'a compris le gouverneur général actuel, M. Roume, et l'on travaille déjà à l'édification de sa résidence, sur le plateau qui domine le port de Dakar, où se bâtira rapidement une ville haute particulièrement agréable et saine, tandis que la cité commerçante est naturellement destinée à se développer le long de la plage, et que la ville indigène devra se déplacer un peu, de manière à se trouver parfaitement distincte de la cité européenne, condition qui semble indispensable à une bonne hygiène.

Digitized by Google

Influence de l'état sanitaire. — Tout le monde étant ainsi d'accord pour faire de Dakar une ville importante et un port de premier ordre, on devrait donc s'étonner, alors que Diego-Suarez et Bizerte se sont si rapidement organisées, de voir les choses se traîner péniblement en quelque sorte, dans notre escale africaine. Un climat qui convie aisément à la paresse ne suffirait pas à expliquer ces atermoiements, qui puisent malheureusement, et avant tout, leur explication, dans un état sanitaire déplorable, et dans les épidémies terribles de fièvre jaune qui ont désolé récemment la colonie, en menaçant de s'y établir à l'état endémique, si l'on n'y obvie pas résolument par des travaux d'assainissement et la réalisation d'un programme complet d'améliorations indispensables.

Cette situation déplorable joue un tel rôle dans les mesures d'organisation et dans l'exécution des travaux du port, qu'il ne sera pas inutile de donner ici quelques indications à ce sujet. La ville de Dakar n'en est d'ailleurs pas la seule victime. Le fâcheux état sanitaire que nous signalons retentit sur la colonie toute entière, dont elle compromet l'avenir, et il est difficile de concevoir l'inertie des pouvoirs publics, en ce qui concerne l'application des remèdes eux-mêmes qui sont à leur portée.

Il ne s'agit pas, en effet, d'un état d'insalubrité impossible à combattre. Si la fièvre jaune est la forme violente où se manifeste, par intermittences, l'insalubrité des côtes sénégaliennes, il est avéré que le paludisme y règne d'une manière générale, à l'état permanent. C'est la maladie de tous les pays humides et chauds, insuffisamment défrichés, où les eaux croupissantes dégagent de lourdes vapeurs chargées de miasmes corrompus, qui exercent sur l'homme une action toujours déprimante.

Mais, en Europe même, des régions se sont trouvées qui, pour n'être pas infestées par la fièvre jaune, étaient aussi malsaines, et nous savons par quels procédés la Sologne, la Camargue, les plages basses de l'estuaire de la Seine, les marais de la Charente, et d'autres contrées encore, pendant si longtemps dépeuplées, sont aujourd'hui reconquises à la salubrité.

En Algérie, l'intervention de nos Ingénieurs et de nos colons a eu raison de l'insalubrité des marais de Boufarick et de Guelma, de Bône, de Philippeville, et de tant d'autres points de la côte. En Indo-Chine, Saïgon, qui jouissait d'une si triste réputation il y a vingt ans, est devenu le pays le plus sain de la péninsule. L'isthme de Panama lui-même est maintenant habité par une population importante, qui y travaille dans des conditions à peu près normales. Mais nul exemple n'est plus probant que celui de l'île de Cuba, dont l'état sanitaire s'est trouvé transformé comme par enchantement, depuis l'occupation américaine. Il a suffi qu'ayant découvert la cause de propagation du fléau, on s'attachât à la faire disparaître, sans s'arrêter aux difficultés et aux dépenses d'exécution.

Et il en sera de même partout où l'homme se donnera la peine de dessécher les marais, en les tranformant en jardins, de les assainir par une végétation convenable, par la plantation d'eucalyptus notamment, d'assurer une bonne alimentation en eau pure, d'élever des habitations confortables et appropriées au climat.

Ce n'est pas plus difficile au Sénégal qu'ailleurs. Il y faut faire œuvre d'ingénieur et d'hygiéniste, comme dans tant d'autres foyers d'infection tellurique, convaincu du reste que l'argent qu'on dépense en de tels travaux n'est pas perdu : on le retrouve dans la fertilité d'un sol ainsi domestiqué, dans l'accroissement d'une population jusque là décimée et incapable du moindre effort, enfin dans la prospérité du commerce et de l'industrie.

Le jour où l'on sera persuadé qu'il est illusoire d'essayer de créer une ville et un port, avant d'avoir assaini la contrée, de telle sorte que les Européens puissent y vivre, on ne sera pas embarrassé pour trouver le remède à la situation présente. Pour le moment, on se contente de déserter en masse, lorsque le fléau s'abat trop cruellement sur la cité, pour y revenir craintivement et peu à peu à la première embellie. Pendant le paroxysme du mal, on agite, il est vrai, les projets les plus grandioses; mais, le danger passé, et lorsqu'il faudrait les mettre rapidement à exécution, on oublie vite ces belles résolutions et les mesures qui pourraient prévenir le retour de l'épidémie; c'est contre cette funeste imprévoyance qu'il importe de réagir, car, au milieu des incertitudes d'une sécurité aussi précaire, il est impossible d'établir les longs desseins, d'obtenir le calme et la tranquillité qui sont les conditions de toute prospérité commerciale.

Si l'on avait, avant même de commencer à Dakar l'organisation d'un port, dépensé, dès 1899, une modeste somme de 500 000 francs en travaux d'assainissement, non seulement l'œuvre maritime serait aujourd'hui fort avancée, terminée peut-être, mais, ce qui serait plus précieux encore, on n'aurait pas eu à déplorer la terrible poussée épidémique qui, depuis lors, se continue à l'état endémique, avec des retours offensifs si violents que Dakar est, pour ainsi dire, sous un régime de terreur, capable de paralyser le recrutement des travailleurs et des agents européens indispensables aux travaux eux-mêmes.

Depuis le mois de mai 1899, époque à laquelle les travaux de construction maritime ont été commencés, l'entreprise du port, jusqu'au 31 juillet 1900, soit en quinze mois seulement, a envoyé à Dakar 95 employés et ouvriers. C'est de décembre 1899 à juin 1900 que le chiffre des agents présents a été plus élevé : il a varié de 63 à 71, et, pendant la durée totale, le séjour moyen de ces agents dans la presqu'île a été de 197 jours.

Fig. 3. — Vue de Dakar, prise de la batterie.

La proportion des malades, pendant cette période de quinze mois, a atteint 40,71 °/₀ sur 39 européens, en octobre 1899; 36,86 °/₀ sur 66, en décembre. Elle est descendue à 29,57 °/₀ sur 71, au mois de mai 1900, pour s'élever à 52,23 °/₀ sur 19 européens, au mois d'août 1900.

Sur 299 cas de maladie, les fièvres palustres ou gastriques comptent pour 108 ; les embarras gastriques pour 25. La fièvre jaune ne figure que pour 19 cas; mais il convient de dire que, si la part de la terrible maladie n'a pas été plus considérable, c'est uniquement parce qu'en présence de l'intensité de l'épidémie, on s'est décidé à arrêter brusquement les travaux, sur l'ordre du ministre de la Marine, alors que 9 décès s'étaient déjà produits. Trois autres malades ont d'ailleurs succombé postérieurement.

En résumé, sur 95 européens, la proportion moyenne des malades, pendant 15 mois, a été de 24,40 °/₀ et celle des décès de 12,90 °/₀.

Les mêmes maladies ont également sévi, et probablement dans les mêmes proportions, sur le personnel employé par l'Administration à la direction et à la surveillance des travaux du port, surtout parmi le personnel de la marine qui a été particulièrement éprouvé par la fièvre jaune, ce qui justifie la mesure prise par le ministre d'arrêter les travaux.

Il est toujours difficile, d'ailleurs, de prévoir l'époque où la fièvre jaune peut être considérée comme ayant complètement disparu, la marche habituelle de l'épidémie comportant, le plus souvent, — celle de 1881 dura deux années, — une période assez longue, avec de brusques explosions de recrudescence. On conçoit dès lors non seulement les difficultés du recrutement d'agents nouveaux, mais les cruelles appréhensions des chefs de pareilles entreprises.

Cette situation de notre principal port sénégalien provient, à n'en pas douter, de ce que rien n'a été fait pour améliorer sa salubrité, malgré l'implantation d'une colonie européenne importante. Cette colonie est enserrée par les agglomérations indigènes n'ayant aucune pratique de l'hygiène, et qui se contentent de déposer sur le bord de la mer ou dans la rade même, leurs déjections et immondices, sans souci des émanations qui empestent la ville à marée basse, et dont des myriades d'insectes portent au loin les germes morbides.

Digitized by Google

En outre de ces causes immédiates qu'il semble relativement facile de faire disparaître, puisqu'elles émanent de l'homme lui-même, d'autres causes sont imputables à la nature de la contrée environnante, qui, autour de Dakar et plus particulièrement au nord-ouest de la ville, forme une ceinture de marigots et de marécages pestilentiels sans écoulement. Tant que dure la saison sèche, de novembre à juillet, les émanations putrides sont balayées, il est vrai, par les vents du nord-est qui soufflent sur la côte d'une manière presque continue; mais au

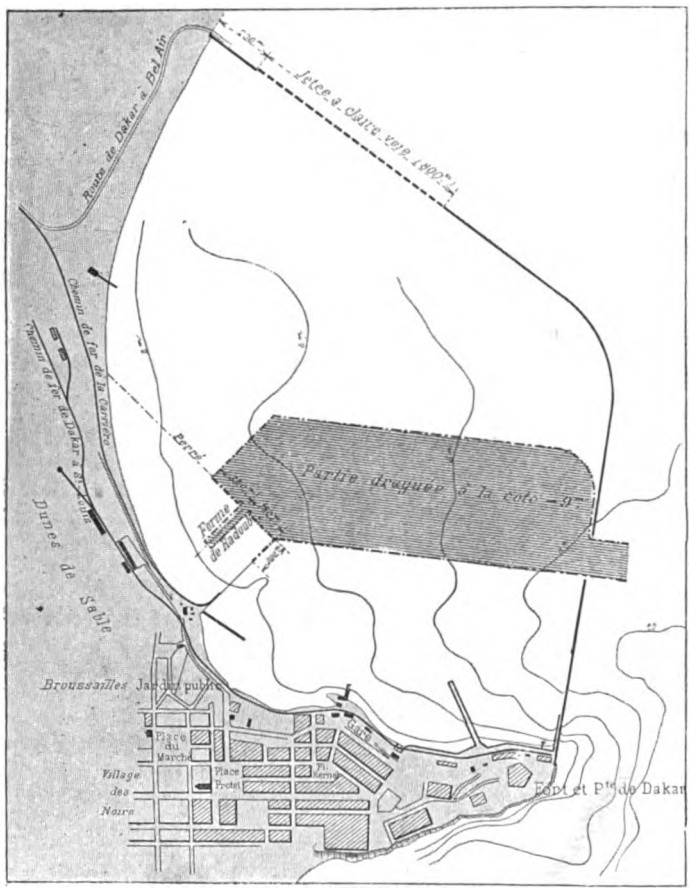


Fig. 4. — Plan de Dakar et des travaux en cours d'exécution.

moment des pluies, de juillet à la fin d'octobre, et surtout vers la fin de la saison pluvieuse, on doit toujours s'attendre à une recrudescence de mortalité, au moment où le sol détrempé fume sous le soleil torride et sature l'air brûlant de ses vapeurs et de ses miasmes.

Et cependant le site même où Dakar s'est bâti est dans de bonnes conditions hygiéniques. La ville s'élève sur une colline en pente douce, orientée au levant jusqu'à l'extrême pointe de la presqu'île, où se trouvent déjà, dans une jolie situation, le lazaret, l'hôpital, le camp, où seront bientôt construits le palais du Gouverneur général et, autour de lui, toute la ville administrative et européenne. Il suffira pour faire disparaître les causes locales d'insalubrité, d'augmenter l'amenée de bonne eau potable, ce qui a déjà reçu un commencement d'exécution, et surtout de construire un système d'égouts, rejetant au loin dans la mer, les déchets de la population indigène, en assurant, d'autre part, le lavage de ces égouts au moyen de grandes chasses à l'eau de mer, élevée dans un réservoir dominant la ville.

Les causes générales que nous avons mentionnées exigeront sans doute des travaux plus considérables, mais qui ne sont pas pourtant au-dessus des forces de l'Administration coloniale. Ces travaux consistent à assainir les environs immédiats de Dakar, dans un rayon minimum de 4 kilom., en protégeant les marigots contre l'invasion des eaux de la mer, et en drainant tous les terrains marécageux. Les fossés d'écoulement devant, d'ailleurs, servir d'évacuateurs uniquement à marée basse, il conviendrait de pourvoir ces émissaires de portes de flot à clapet automatique.

Cet ensemble de mesures, complété par le reboisage méthodique des terrains marécageux, au moyen d'essences fébrifuges, telles que l'eucalyptus, a fait l'objet d'études et de projets approfondis; et il est à désirer que l'emprunt considérable, qui vient d'être voté par les Chambres, en juillet 1903, pour être consacré au développement et à l'assainissement de nos possessions de l'Afrique occidentale, permette enfin de réaliser ces travaux de première nécessité, déjà beaucoup trop retardés.

Ce serait peut être aussi le cas d'appliquer les procédés nouveaux inaugurés à Cuba par les Américains, avec l'esprit de décision qu'on leur connaît. On sait que ces procédés consistent à répandre du pétrole à la surface des marigots, afin de détruire les œufs des moustiques qui sont les plus sûrs agents de propagation de la fièvre jaune. Cette méthode a donné les plus heureux résultats, comme a pu le constater la mission française envoyée à l'occasion de la dernière épidémie de Dakar, et qui rentre en France en ce moment même, après deux années passées à Rio de Janeiro, où elle était, mieux qu'ailleurs, à même d'étudier le processus de la terrible maladie.

Le port de guerre. — La presqu'île du Cap Vert (fig. 2), à partir de l'isthme assez étroit qui la rattache au continent, va en s'épanouissant vers le large, comme un vaste trapèze dont la plus grande base est un front de mer de 15 kilom., orienté du nord-ouest au sud-est.

Sur ce front, la côte, très peu déchiquetée, se termine au nord-est en une basse plage, coupée de marigots, à la pointe des Almadies, et présente, au contraire, deux sommets relativement abrupts, au Cap Manuel, qui forme l'extrême pointe sud-est et au Cap Vert, situé entre les deux, et dont le piton s'élève à une centaine de mètres au-dessus de la mer.

Ces trois points sont couverts par des phares importants.

A partir du Cap Manuel, qui marque ainsi l'extrême sud de la presqu'île, le rivage remonte presque directement vers le nord, en dessinant un vaste golfe, pour se raccorder par une large courbe avec la côte du continent africain qui, dans cette région, affecte une allure générale de l'ouest à l'est, jusqu'à Rufisque.

Ce golfe est lui-même profondément découpé par des anses et des baies. La principale de ces anses est celle de Dakar, limitée au sud par la pointe de Dakar, en face de laquelle, et directement à l'est, se trouve l'île de Gorée, à environ 2 kilomètres.

La ville actuelle de Dakar (fig. 3) est construite sur la petite presqu'île triangulaire qui se termine à la pointe dite de Dakar. Elle prend donc des vues à la fois sur l'anse de Dakar au nord, et sur l'anse Bernard au sud; mais, par suite de la déclivité naturelle du sol, tandis qu'elle se termine en plage basse vers la première, elle borde la seconde d'un talus de plus en plus relevé, jusqu'au promontoire dont le Cap Manuel forme le point culminant à 35 mètres au-dessus de la mer, et sur lequel, après y avoir établi déjà le lazaret, l'hôpital et un camp, on a l'intention aujourd'hui de bâtir la ville haute.

C'est la vaste baie située au nord de Dakar qui sert de rade. Elle est protégée déjà par une jetée de 350 mètres, partant de la pointe de

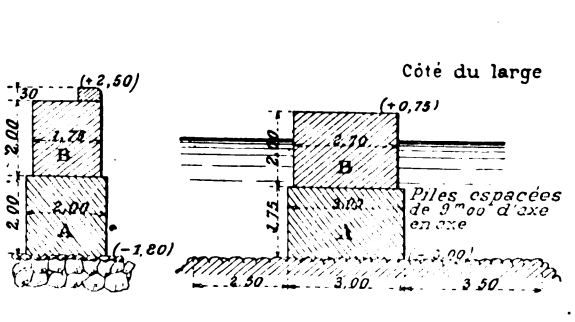


Fig. 5. — Profil du mur de quai.

Fig. 6. — Partie à claire voie.

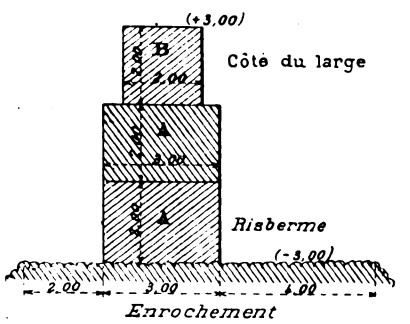


Fig. 7. — Partie continue.

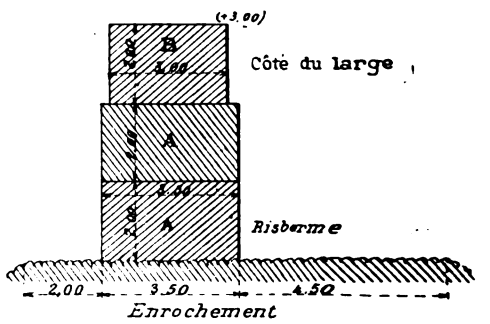


Fig. 8. — Partie continue.

Fig. 6 à 8. — Profils-types de la jetée du port de Dakar.

Dakar, dirigée à peu près exactement vers le nord, et portant un feu vert sur son môle.

Une seconde digue de 250 mètres de longueur, mais divergeant vers l'ouest, dessine avec la première un petit port au charbon avec une ligne de côte de 250 mètres que suit, depuis la digue, le chemin de fer de Dakar à Saint-Louis. Un feu rouge est placé à l'extrémité de cette seconde digue. Des cales, deux appontements construits par la Compagnie Française de Navigation pour les petites embarcations, le parc à charbon de cette Compagnie, une aiguade, représentent actuellement à peu près toutes les autres installations à la mer de ce port. Les fonds près du rivage ne dépassant pas trois mètres, les navires sont d'ailleurs forcés de mouiller en rade à cinq ou six cents mètres.

Digitized by Google

Quelques bateaux de commerce à faible tirant d'eau peuvent seuls accoster la seconde digue.

C'est cette situation un peu rudimentaire et précaire que le programme de travaux dressé en 1898 et incorporé dans le projet d'ensemble voté en 1900 par les Chambres, pour la constitution des points d'appui de la flotte, a eu pour but de faire cesser.

Les travaux définis par le cahier des charges arrêté le 30 novembre 1898, ont été mis en adjudication et concédés à MM. H. Hersent et ses fils. Ils comprendront, avec les modifications apportées en cours d'exécution :

1° Le prolongement de la jetée actuelle sur une longueur de 250 mètres ;

2° La construction, au nord du port, d'une nouvelle jetée de 2 500 mètres de longueur, enracinée au rivage à 2 100 mètres au nord de l'aiguade et dont le musoir est séparé de celui de la jetée précédente par une passe de 150 mètres ;

3° Le dragage du port en arrière des jetées, sur une surface d'environ 50 hectares ;

4° La construction d'une forme de radoub ;

5° Enfin, l'établissement d'un terre-plein entourant cette forme.

Les prévisions de dépenses se décomposent ainsi :

Jetées	Fr.	2 250 000
Dragages		5 000 000
Forme de radoub		4 100 000
Terre-plein, ateliers et magasins divers		2 650 000
TOTAL	Fr.	14 000 000

INSTALLATIONS DE L'ENTREPRISE. — Les ateliers de l'entreprise ont été organisés près de la voie ferrée et de l'aiguade, au point d'implantation du terre-plein à créer, et qui doit entourer la forme de radoub. De ces ateliers part, en outre, une ligne ferrée particulière, à voie de 1 mètre, et d'une longueur d'environ 3 kilom., desservant la carrière de Ouakam. Cette carrière est située sur les pentes orientales de la montagne du Cap Vert, non loin du village d'Ouakam et d'un camp de disciplinaires.

Les matériaux extraits sont des roches ferrugineuses ou basaltiques qui constituent le squelette de tout le massif de la presqu'île. Ces pierres servent comme moellons pour maçonnerie ordinaire, et comme moellons smillés pour les enrochements.

Les carrières de Rufisque pourront également fournir des moellons smillés, tandis que les pierres de taille proviendront de France, et seront en granit de Laber ou en pierre de Cassis. La maçonnerie de pierre de taille n'entre, d'ailleurs, que pour 1 200 mètres cubes environ dans les prévisions du devis.

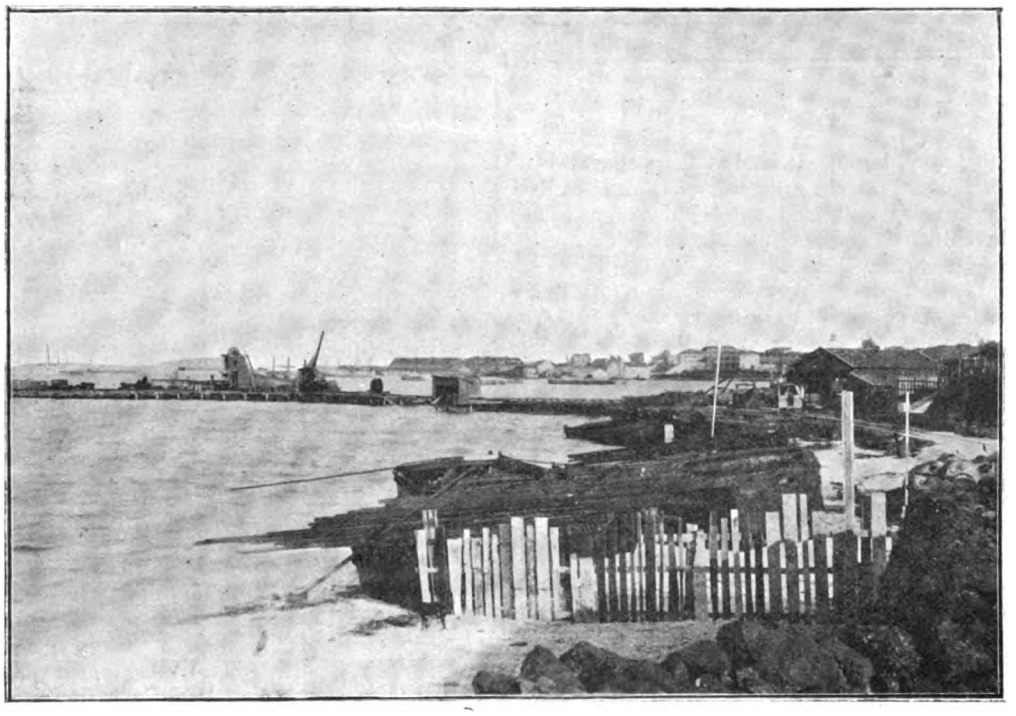


FIG. 9. — Vue de Dakar, prise du côté du dépôt D. S. L.

Jetées. — La grande jetée du nord est pleine sur 200 mètres à partir de son enracinement, puis à claire-voie sur une longueur de 800 mètres. Elle sera pleine sur le reste de sa longueur, soit 1 500 mètres.

La partie à claire-voie est constituée par des piles espacées de 9 mètres d'axe en axe. Les enrochements étant arasés à la cote — 3 par rapport au niveau des plus basses mers, chaque pile comprend une première assise de 3 mètres de longueur, 3 mètres de largeur et 1m 75 de hauteur, composée de deux blocs artificiels. Sur cette assise repose un bloc unique de 3 mètres de longueur, 2m 70 de largeur et 2 mètres de hauteur. La pile a une hauteur totale de 3m 75 et dépasse ainsi de + 0,75 le niveau des plus basses mers. Le cube total de chaque pile est de 37m3 200.

Un tablier en fer sera ultérieurement établi, et achèvera l'organisation de cette jetée à claire-voie.

La figure 7 indique le profil de la grande jetée, dans la partie continue. L'enrochement est encore arasé à la cote — 3 ; sa largeur en crête est de 9 mètres, laissant de part et d'autre de la digue haute, des risbermes de 2 mètres à l'intérieur de la rade et de 4 mètres du côté du large, cette dernière garnie de gros enrochements de protection.

La digue proprement dite comprend trois assises de blocs artificiels de 2 mètres de hauteur ; la hauteur totale est donc de 6 mètres, plaçant ainsi son couronnement à la cote + 3 au-dessus des basses mers. Les deux premières assises ont 3 mètres d'épaisseur, et sont formées de blocs mesurant 3 mètres × 2m 70 × 2 mètres ; la troisième assise n'a que 2 mètres d'épaisseur et est constituée par des blocs de 3 mètres × 2 mètres × 2 mètres.

Enfin, sur le front le plus exposé à la mer du large, la digue, avec les mêmes hauteurs d'assises, est renforcée sur son épaisseur. La plate-forme de l'enrochement mesure 10 mètres de largeur. L'épaisseur de la maçonnerie est de 3m 50 pour les deux premières assises, et de 3 mètres pour l'assise de couronnement.

Les pierres employées aux enrochements ne pèsent jamais moins de 200 kilogr., et celles qui recouvrent les risbermes sont des blocs triés pesant de 500 à 2 000 kilogrammes.

Les blocs artificiels destinés à la construction des jetées, et dont le volume varie de 12 à 16 mètres cubes, sont construits à terre, en maçonnerie de moellons ou en béton, avec les matériaux provenant de la carrière d'Ouakam et de la chaux du Teil. Ils sont ensuite, au moyen d'un bardeur hydraulique, chargés sur des wagons qui les amènent au front d'une estacade, où ils sont repris par une mâture flottante de 50 tonnes, et embarqués sur un ponton, pour la mise en place.

D'après les prévisions du contrat, les jetées exigeront : 100 000 mètres cubes d'enrochements, dont 10 000 mètres cubes en blocs triés pour revêtement des risbermes, et 23 300 mètres cubes de maçonnerie en blocs artificiels.

Dragages. — La surface à draguer jusqu'aux fonds de 9 mètres comprend une bande de 400 mètres de largeur s'étendant depuis la passe d'entrée, jusqu'au quai du terre-plein, soit sur plus d'un kilomètre de longueur.

D'après les prévisions du cahier des charges, et une reconnaissance des fonds opérée trop sommairement par l'Administration de la marine, les dragages ne devaient comprendre que 1 850 000 mètres cubes de sable et d'argile dure, à l'exclusion de toute roche.

Les premières reconnaissances faites par l'entreprise, au moyen d'appareils spéciaux de sondage, aussi bien qu'au moyen de la drague, ont fait constater une méprise, dont les conséquences sont si considérables au point de vue de la difficulté et du prix de revient de cette partie du travail, que la marche de ce travail en a été fort ralentie, par la nécessité, tant d'arrêter de nouvelles conventions pour son exécution, que de faire face à des voies et moyens non prévus.

Il a été reconnu qu'en effet, si la partie supérieure des déblais, composée de sable plus ou moins mélangé de pierres et d'argile, peut être aisément enlevée sans travaux préparatoires, par des dragues à godets, elle ne peut permettre l'emploi de dragues suceuses. Cette partie superficielle a, d'ailleurs, une faible épaisseur et se trouve superposée à une roche calcaire et à des conglomérats de dureté variable, mais qu'il faut briser avec des explosifs avant de les enlever au moyen des godets. Il y a là un travail de roctage considérable, portant sur la majeure partie du déblai total, et qui est encore rendu plus difficile et plus coûteux par le fait qu'il doit être exécuté dans une rade ouverte, avec de la houle et du clapotis atteignant généralement 0m 40 à 0m 50 de levée.

Il en résultera certainement une majoration importante des prévisions du projet primitif, et un retard dans l'exécution du programme de travaux.

Digitized by Google

Forme de radoub. — La forme de radoub doit avoir les dimensions suivantes :

Longueur de l'écluse	mètres.	21 »
Longueur de la forme entre le seuil amont de l'écluse et le mur de fond	—	170 »
Longueur entre l'enclave extérieure du bateau-porte et le mur de fond	—	185 »
Cote du seuil de l'écluse	—	— 8,50
Cote des couronnements	—	+ 2,30
Largeur de l'écluse au niveau du seuil	—	25 »
Largeur de l'écluse au niveau des couronnements	—	28,60

Pente en long du radier : 3mm 5 par mètre.

Dans le projet primitif, les fondations devaient reposer directement sur le terrain naturel, formé d'argile compacte, à la cote — 12m 40 pour le corps de la forme, et à la cote — 13 mètres pour l'écluse.

Fig. 10. — Vue de l'anse Bernard.

Dans l'exécution, les bajoyers, le mur de fond et la partie aval de l'écluse devaient être établis à l'intérieur de caissons foncés à l'air comprimé; mais la nature rocheuse du fond, sur la plus grande partie de la hauteur de fouille, entraîne nécessairement de profondes modifications dans le mode de procéder.

Il conviendra d'isoler l'emprise du chantier au moyen d'un batardeau; de draguer la partie supérieure du terrain pour décaper le rocher; d'achever la fouille par le roctage avec intervention d'explosifs, en la descendant aussi près que possible de la cote des fondations, à l'emplacement du bassin et du puisard des machines d'épuisement. Pendant le creusement à la drague, on devra foncer un caisson pour l'installation du puisard des pompes et se servir alors des machines d'épuisement pour abaisser le plan d'eau. Une ceinture de caissons enveloppera en même temps la surface du radier, et formera la base de la chambre des portes et des bajoyers. Ces caissons seront foncés à l'air comprimé, depuis la cote des dragages jusqu'aux fonds prévus. Enfin, le radier sera exécuté à l'air libre.

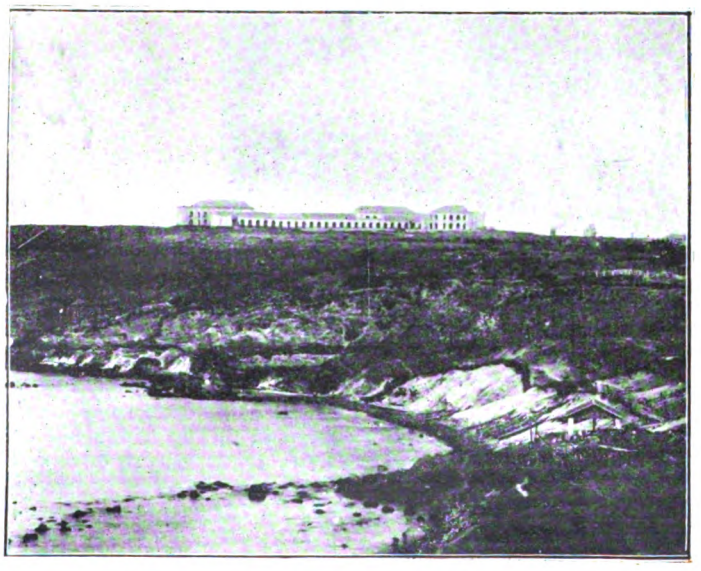


Fig. 11. — Vue de la carrière et de l'hôpital.

On ne peut, du reste, qu'indiquer la marche primitivement prévue pour l'exécution de ces travaux. En présence, en effet, des complications inattendues qu'entraînait la constitution rocheuse du sous-sol, tout travail a été suspendu après le dragage de la couche supérieure sur la moitié seulement de la surface de la forme, jusqu'à ce que l'administration de la marine ait pris une détermination.

Terre-plein. — Le terre-plein qui entourera la forme de radoub aura une superficie de 160 000 mètres carrés. Il se raccordera à la côte par deux quais à angle droit ayant respectivement pour longueur 800 mètres et 400 mètres. Il sera constitué au moyen des déblais provenant des dragages.

Un mur de quai le soutient sur 300 mètres de façade (150 mètres de part et d'autre de l'axe du bassin de radoub) et sur 100 mètres de retour d'équerre. Sur ces deux branches, le mur est prolongé par un simple perré jusqu'à l'ancien rivage.

La figure 5 indique le profil du mur de quai. L'enrochement est arasé à la cote — 1,80. Il supporte deux assises de blocs artificiels ayant chacune 2 mètres de hauteur et une épaisseur respective de 2 mètres et de 1m 75. Une tablette de 0m 30 de hauteur couronne cette maçonnerie à la cote + 2,50.

Conclusion. — En résumé, il semble que la fatalité se soit acharnée pour retarder l'exécution des projets reconnus pourtant d'une urgente utilité; mais il est bien permis de dire que l'Administration n'a peut-être pas fait tout ce qu'il aurait fallu pour conjurer le mauvais sort.

Le plus grave obstacle apporté à l'avancement normal des travaux provient, sans doute, de la terrible épidémie de fièvre jaune, qui a fait

Fig. 12. — Maison du gouverneur, à Dakar.

le vide sur les chantiers, comme elle a provoqué l'exode de la plupart des fonctionnaires et des colons; mais l'Administration est responsable de l'intensité du mal, et surtout de sa persistance, par l'inertie où elle s'est renfermée. Alors, en effet, que l'on connaît parfaitement les causes de l'insalubrité de ces régions et les remèdes qu'il convient d'y apporter, rien n'a été fait jusqu'ici pour assainir la ville de Dakar au moyen d'égouts, ni pour la couvrir au loin par le drainage de la région marécageuse.

La seconde cause du peu d'avancement des travaux se trouve dans l'erreur initiale des prévisions, erreur provenant d'une reconnaissance insuffisante de l'état des lieux.

Il faut espérer que l'emprunt que le Gouvernement de l'Afrique occidentale vient d'être autorisé à contracter permettra, enfin, de mettre un terme à une situation aussi anormale, et de réaliser rapidement les travaux d'assainissement. Déjà, d'ailleurs, le programme des travaux engagés semble insuffisant, et la colonie, en présence du développement de plus en plus grand du commerce qui transite à Dakar, demande qu'en dehors du port de guerre, il soit créé des installations spéciales munies de l'outillage nécessaire au commerce.

Ce vœu paraît sur le point de se réaliser par la mise en adjudication d'un port de commerce, à côté du port de guerre actuellement en construction. La dépense nouvelle qu'il faut prévoir pour les travaux de ce port de commerce monterait à une somme d'environ 10 à 12 millions de francs; elle est largement justifiée par les besoins auxquels cette création doit faire face.

Lieut.-colonel G. Espitallier.

Digitized by Google

MÉTALLURGIE

ESSAIS RÉCENTS DE PLAQUES CÉMENTÉES (1902-1903)

Pour faire suite aux différentes études que nous avons publiées dans le *Génie Civil* (1) sur les essais des plaques de blindage, nous résumons dans le présent article les renseignements que nous avons recueillis sur les essais de plaques cémentées récemment effectués en Angleterre et en Amérique, et nous y joignons à titre de comparaison quelques résultats d'essais français.

Ainsi qu'on le verra en examinant le tableau qui résume ces essais, ils comportent en général des tirs de recette effectués avec des obus en acier de rupture non coiffés, et ils ont porté exclusivement, tant en Angleterre qu'en Amérique, sur des plaques préparées d'après le procédé Krupp, tandis qu'en France les usines productrices emploient toujours le procédé Harvey, en y apportant toutefois des modifications spéciales à chacune d'elles : l'expérience montre du reste que les plaques ainsi obtenues présentent à la perforation une résistance au moins égale à celle des plaques Krupp, sans témoigner cependant d'une fragilité plus accentuée.

Ce fait est d'ailleurs d'autant plus intéressant que, dans un grand nombre d'essais, les projectiles tirés contre les plaques françaises ont pu rester entiers, ou tout au moins se fragmenter seulement en très gros morceaux, tandis que les plaques Krupp paraissent avoir toujours brisé en miettes les projectiles d'attaque dans les tirs dont elles ont été l'objet.

Un pareil résultat témoigne sans doute hautement en faveur de la qualité de la plaque, s'il est reconnu que le projectile est bien d'excellente qualité ; mais, dans le cas contraire, il n'y aurait évidemment pas lieu de tirer la même conclusion, si la rupture du projectile était due principalement à sa fragilité excessive.

Il est impossible de trancher cette question d'une façon complètement satisfaisante, car nous n'avons aucun terme de comparaison pour apprécier la fragilité des obus employés à l'étranger, dans les tirs de recette.

Il serait dès lors d'autant plus intéressant de pouvoir essayer les plaques Krupp avec des obus de qualité bien définie, comme ceux qui sont employés en France, par exemple, de façon à reconnaître s'il est possible d'en éviter la rupture, et quelle est, dans ce cas, la pénétration obtenue.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVIII, n° 24, p. 391 ; n° 25, p. 407 et t. XLI, n° 17, p. 264.

TABLEAU RÉSUMANT LES ESSAIS RÉCENTS DE PLAQUES CÉMENTÉES (1902-1903).

NATURE DES PLAQUES	LIEU de L'ESSAI	DATE de l'essai	ÉPAISSEUR DE LA PLAQUE	PROJECTILES				VITESSE DE PERFORATION de l'acier	RAPPORT de la vitesse de tir à la perforation de l'acier	RAPPORT DU CALIBRE du projectile à l'épaisseur de la plaque	PÉNÉTRATIONS en mètres	EFFETS sur le PROJECTILE	EFFETS SUR LA PLAQUE
				Nature	Calibre	Poids	Vitesse						
			mètres		mètres	kilogr.	mètres	mètres					
Bethlehem. Tourelles *Maine*.	Indian Head.	5 juillet 1902	0,279	Carpenter non coiffé.	0,254	226,79	535	420	1,27	0,88	Faible.	Brisé.	Quelques écailles détachées.
				»	»	»	543	420	1,29	0,88	Id.	Id.	Id.
				»	»	»	564	420	1,34	0,88	Id.	Id.	Id.
				Midvale coiffé.	0,304	392,8	487	366	1,33	1,08	0,150	Id.	Id.
				Wherler coiffé.	»	393,7	499	364	1,37	1,08	0,180	Id.	Id.
				Carpenter coiffé.	»	393,3	528	365	1,44	1,08	0,20	Id.	Id.
Carnegie.	Indian Head.	10 juillet 1902	0,279	Carpenter non coiffé.	0,254	226,79	536	420	1,27	0,88	Faible.	Id.	Id.
				»	»	»	533	420	1,26	0,88	Id.	Id.	Id.
				»	»	»	547	420	1,29	0,88	Id.	Id.	Id.
Carnegie.	Indian Head.	14 nov. 1902	0,254	Carpenter non coiffé.	0,254	226,79	532	393	1,35	1 »	Id.	Id.	Id.
				»	»	»	531	393	1,35	1 »	Id.	Id.	Id.
				»	»	»	530	393	1,35	1 »	Id.	Id.	Id.
				Coiffé.	»	231,7	497	385	1,31	1 »	Id.	Id.	Id.
Carnegie.	»	1902	0,223	Non coiffé.	0,233	172,36	579	385	1,50	1,04	Id.	Id.	Id. 3 coups donnent le même résultat.
Bethlehem. Acier nickel harveyé.	Indian Head.		0,101	Carpenter coiffé.	0,101	14,97	407	457	0,89	1 »	Id.	Id.	Quelques écailles détachées.
				Midvale coiffé.	»	»	413	457	0,90	»	Id.	Id.	Id.
				Wh. Sterl coiffé.	»	»	446	457	0,90	»	Id.	Id.	Id.
				Midvale coiffé.	»	»	438	457	0,95	»	Id.	Id.	Id.
				Carpenter coiffé.	»	»	458	457	1 »	»	Id.	Id.	Id.
				Wherler non coiffé.	»	»	495	457	1,08	»	Id.	Id.	Id.
				Midvale coiffé.	»	»	498	457	1,08	»	Id.	Id.	Id.
				Midvale non coiffé.	»	»	517	457	1,13	»			
Plaque Vickers cémentée Krupp.	Eckmale.	9 mai	0,305	Acier coiffé Johnson.	0,152	47,60	853	655	1,30	0,50	Perforation.	Entier.	Traverse la plaque, reste dans le massif en bois.
		23 mai 1902		Non coiffé.	0,152	45,35	859	675	1,27	0,50	Quelques millim.	Brisé.	Détache quelques écailles.
				Acier coiffé Johnson.	0,190	93 »	744	560	1,32	0,60	0,297		Un gros morceau est détaché.
				Id.	0,152	47,82	849	655	1,30	0,50	Perforation.	Entier.	Traverse la plaque, reste dans le massif en bois.
				Non coiffé Firth.	0,152	45,35	861	675	1,27	0,50	Quelques millim.	Brisé.	Quelques écailles détachées.
Vickers. Cuirassé *Libertad*.	Eckmale.	Janvier 1903	0,172	Elswick non coiffé.	0,152	45,35	643	454	1,41	0,88	Faible.	Brisé.	Quelques écailles détachées.
				»	»	»	647	454	1,42	0,88	Id.	Id.	Id.
				Coiffe Johnson.	0,152	48,50	645	420	1,53	0,88	Perforation.	Entier.	Traverse plaque et muraille.
				Elswick non coiffé.	»	45,35	641	454	1,41	0,88	Faible.	Brisé.	Écailles détachées.
				»	»	47,16	641	440	1,40	0,88	Id.	Id.	Id.
				Coiffe Johnson.	0,190	93 »	642	515	1,24	1,11	Perforation.	Id.	Traverse. La plaque n'a aucune fente.
Vickers.	»	23 mai 1902	0,152	Acier coulé non coiffé.	0,104	14,51	614	553	1,11	0,68	Faible.	Id.	Quelques écailles détachées.
				Coiffé.	»	»	595	553	1,07	0,63	Perforation.		La plaque est traversée.
MM. Marrel. Ceinture de la *Democratie*.	Gavre.	16 mai 1903	0,276	Acier non coiffé.	0,274	216 »	594	460	1,30	1 »	Non mesurée.	Cassé, ogive dans l'empreinte.	Aucune fente.
				»	»	»	639	460	1,40	1 »	0,238	Rebondit cassé.	Fente légère.
				»	»	»	642	460	1,40	1 »	Non mesurée.	Cassé, ogive dans l'empreinte.	Fente traversant.
Ceinture de la *Patrie*.	Gavre.	26 juin 1903	0,276	Acier non coiffé.	0,274	216 »	594	460	1,30	1 »	0,157	Cassé, ogive dans l'empreinte.	Aucune fente.
				»	»	»	637	460	1,40	1 »	Non mesurée.	Id.	Id.
				»	»	»	637	460	1,40	1 »	Traverse.	Entier.	Id.

Digitized by Google

Il y a là, comme on le voit, une expérience préalable qu'il serait désirable de pouvoir effectuer, car elle éclairerait sans doute d'un jour décisif la comparaison des divers procédés de fabrication des plaques cémentées.

En dehors de l'emploi des projectiles ordinaires, les tirs effectués en Amérique et en Angleterre ont comporté également celui des projectiles coiffés dont l'usage vient d'être accepté en Angleterre, ainsi que nous le remarquions déjà dans une précédente étude (1).

Un grand nombre des plaques étrangères ont donc été attaquées avec des obus coiffés préparés d'après différents tracés, et les divers résultats obtenus sont résumés au tableau d'ensemble, avec ceux des tirs effectués avec des obus ordinaires.

Ainsi qu'on le verra, les obus coiffés ont donné des résultats très irréguliers; quelques-uns se sont brisés comme l'auraient fait des obus ordinaires sans que la coiffe ait paru produire aucun effet utile, tandis que les autres ont pu traverser les plaques attaquées à des vitesses relativement faibles.

Plaques américaines. — Le tableau récapitulatif ci-après comprend quatre plaques épaisses, dont deux de 279 millimètres d'épaisseur, deux autres ayant 254 et 233 millimètres, et une cinquième de faible épaisseur, ayant seulement 101 millimètres.

Toutes les plaques épaisses ont été éprouvées dans les conditions ordinaires de recette, avec des obus non coiffés de calibre voisin de l'épaisseur, et tirés à des vitesses dépassant de 25 à 35 % la perforation d'une plaque d'égale épaisseur en acier ordinaire. Ces plaques ont brisé les projectiles d'attaque en ne présentant que des écaillements superficiels affectant la surface cémentée sans provoquer aucune fente.

Une plaque de 279 millimètres provenant de l'usine Bethlehem et une plaque de 254 millimètres de l'usine Carnegie ont été attaquées ensuite avec des obus coiffés, mais les résultats obtenus n'ont pas été sensiblement différents des premiers : la coiffe est restée, en effet, impuissante à prévenir la rupture des projectiles qui se sont brisés, en ne donnant que des pénétrations très faibles.

La plaque mince de 101 millimètres d'épaisseur a été attaquée de son côté par huit projectiles de calibre égal à son épaisseur, dont sept étaient coiffés, et elle a donné également les mêmes résultats, les projectiles tirés s'étant tous brisés sans traverser.

Plaques anglaises. — Le tableau comporte trois plaques présentées toutes par l'usine Vickers, l'une de 305 millimètres, l'autre de 172 millimètres et l'autre de 152 millimètres d'épaisseur. Toutes trois ont été attaquées successivement avec des projectiles coiffés et non coiffés, tirés à des vitesses peu différentes allant pour la première de 744 à 860 mètres.

Pour la plaque de 305 millimètres, les vitesses dépassaient de 27 à 32 % la perforation de l'acier ordinaire, les cinq projectiles employés étaient de calibre relativement petit par rapport à l'épaisseur : quatre avaient, en effet, 152 millimètres, et le cinquième 190 millimètres.

La plaque de 172 millimètres fut attaquée aussi avec cinq projectiles tirés à des vitesses sensiblement uniformes de 645 mètres environ, dépassant d'à peu près 40 % la perforation de l'acier ordinaire.

La plaque de 152 millimètres fut attaquée avec deux projectiles de 104 millimètres, le premier, non coiffé, tiré à la vitesse de 614 mètres, dépassant la perforation de 15 %, et le second à celle de 595 mètres, dépassant la perforation de 9 % seulement.

Dans tous les cas, les plaques attaquées arrêtèrent, en les brisant, les projectiles non coiffés, tandis qu'elles furent traversées par les projectiles coiffés, de sorte que ces tirs dégagèrent bien d'une façon incontestable l'influence utile de la coiffe pour prévenir la rupture et assurer par suite la perforation.

Plaques françaises. — Comme spécimen des plaques françaises, nous avons mentionné deux plaques récemment présentées par MM. Marrel; toutes deux furent attaquées chacune avec trois projectiles non coiffés du calibre de 274 millimètres, supérieur, par conséquent, à ceux dont nous venons de parler.

Les vitesses de tir étaient déterminées de façon à dépasser, de 30 % pour le premier coup et de 40 % pour les deux autres, la vitesse de perforation de l'acier ordinaire; la première plaque arrêta les trois projectiles ainsi tirés, montrant dès lors que les plaques cémentées de bonne fabrication peuvent présenter une résistance au moins égale à celle des plaques Krupp; la seconde arrêta également les deux premiers projectiles dont l'un tiré à forte vitesse, mais elle fut traversée seulement par le troisième.

Il faut observer, en outre, que ces projectiles se comportèrent particulièrement bien, car ils se cassèrent seulement en gros morceaux, les ogives restant engagées dans l'empreinte.

Ces plaques ne furent pas attaquées avec les obus coiffés, de sorte qu'il nous est impossible de donner dans ce cas les résultats comparatifs correspondant à ce type de projectiles.

En relatant dans le *Naval Annual* de 1903 les résultats étrangers mentionnés plus haut et que nous lui empruntons, l'éminent auteur, lord Brassey, discute l'efficacité de la coiffe, et il attribue principalement à l'insuffisance de la vitesse de tir les résultats négatifs qu'ont donnés les tirs américains. Il conclut, en effet, qu'à des vitesses inférieures à 1 800 pieds (550 mètres) et sous des incidences un peu obliques, la coiffe perd presque toute son efficacité, d'où il résulte qu'il ne convient pas d'y recourir pour les tirs à grande distance, lorsque la vitesse restante doit s'abaisser au-dessous de ce chiffre.

D'autre part, il estime désirable que le projectile de rupture soit animé d'une vitesse aussi élevée que possible, dépassant nettement la vitesse de perforation nécessaire, de façon qu'il puisse conserver une vitesse restante assez forte après avoir traversé la plaque.

Il en conclut que, dans le matériel anglais, la coiffe est peu utile sur les projectiles de petit calibre, de 0,152 et au-dessous, car les canons anglais correspondants n'ont pas une vitesse initiale aussi élevée que les canons de même calibre construits à l'étranger, comme la France, la Russie et les États-Unis.

Pour les calibres supérieurs, la situation est beaucoup plus avantageuse, car le gros projectile possède presque toujours un excès de vitesse sur la perforation des plaques qu'il attaque.

D'une façon générale, lord Brassey estime que l'avantage réalisé par l'emploi de la coiffe est de permettre de traverser, dans les mêmes conditions de vitesse, une plaque d'épaisseur supérieure à celle que pourrait aborder le même projectile non coiffé, et il évalue cet écart comme atteignant 12 à 15 %.

En d'autres termes, on peut dire qu'une plaque dont la vitesse de perforation déterminée avec le projectile non coiffé dépasserait, par exemple, de 40 % celle de l'acier ordinaire, présenterait une résistance inférieure à ce chiffre de 12 à 15 %, réduite par conséquent à 27 % environ, si elle était attaquée avec le projectile coiffé.

Nous croyons, du reste, qu'on a pu observer, dans certains cas, des écarts plus considérables encore; mais il ne faut pas oublier, d'autre part, que cette comparaison s'applique seulement aux plaques cémentées, et qu'elle perdrait toute exactitude avec les plaques en acier spécial, avec lesquelles la coiffe devient plutôt un obstacle à la perforation.

Quoi qu'il en soit, lord Brassey a pu dresser le tableau suivant, indiquant, pour les canons des différents calibres usités en Angleterre ou en Amérique, les vitesses initiales qu'ils peuvent donner, ainsi que les vitesses restantes à la distance de 2 800 mètres, et il en conclut les épaisseurs de métal Krupp qu'ils peuvent traverser à cette distance, suivant qu'ils tirent des projectiles coiffés ou non. Les projectiles prévus sont les projectiles des types réglementaires en Angleterre ou des projectiles lourds.

CALIBRE	POIDS du PROJECTILE	VITESSE INITIALE	VITESSE RESTANTE à 2 800 mètres	ÉPAISSEUR TRAVERSÉE PLAQUES KRUPP	
				Projectile coiffé	Projectile non coiffé
millimètres	kilogr.	mètres	mètres	centimètres	centimètres
304	385,5	853	701	45,7	40,6
		792	646	40,6	35,5
		731	591	34,2	30,4
279	294,8	853	682	40,6	35,5
		792	635	34,2	30,4
		731	582	30,4	26,6
253	226,7	853	664	34,2	30,4
		792	618	30,4	26,6
		731	569	25,3	21,5
228	163,2	853	640	29,1	25,3
		792	597	25,3	21,5
		731	556	20,3	19,0
203	113,3	853	618	23,7	20,3
		792	576	20,3	17,7
		731	530	15,2	15,2
177	95,1	853	594	17,7	15,2
		792	551	13,9	13,9
		731	530	12,6	12,6
152	45,3	853	551	13,9	12,0
		792	511	11,4	11,4
		731	472	10,1	10,1
126	27,2	853	511	10,1	10,1
		792	478	8,8	8,8
		731	438	7,6	7,6

Pour compléter enfin ce qui concerne la question des cuirassements, signalons encore, à un autre point de vue, que lord Brassey insiste, avec juste raison, sur la nécessité d'améliorer la qualité des plaques

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 18, p. 284.

Digitized by Google

de revêtement de pont employées dans les constructions navales anglaises, tant pour augmenter leur résistance qui, en général, ne dépasse pas celle des tôles de construction ordinaires, que pour en diminuer la fragilité. Il importe, en effet, de prévenir la perforation de ces plaques par les projectiles lancés en tir oblique, et cette considération amènera sans doute l'Amirauté anglaise à adopter des conditions de recette analogues à celles qui sont pratiquées depuis longtemps en France.

En ce qui concerne, enfin, la construction des canons, lord Brassey mentionne les types à âme allongée, actuellement adoptés en Angleterre, à l'imitation de ce que fait depuis longtemps la Marine française, qui a porté la longueur de ses canons à 45 calibres.

Il signale, d'autre part, que, dans le tracé des canons anglais, on s'attache à diminuer la longueur de la chambre de combustion, en élargissant le diamètre de celle-ci pour lui donner une section double de celle de l'âme du canon, ce qui a, dit-il, l'avantage de permettre aux gaz de la poudre de se développer dans un espace plus considérable pendant les premiers instants du tir, et ce qui augmente ainsi la régularité de la combustion.

Lord Brassey mentionne, enfin, la construction d'un canon monstre de 406 millimètres de diamètre, qui aurait été réalisée récemment aux États-Unis. Ce canon présenterait une longueur d'âme de 42 calibres, atteignant ainsi 18 mètres. Le projectile pèse 1 043 kilogr. La vitesse normale serait fixée à 700 mètres, mais on aurait réussi toutefois, dit-on, à atteindre, dans une expérience isolée et toute exceptionnelle, le chiffre énorme de 1 200 mètres.

L. Baclé,
Ingénieur civil des Mines.
Ancien élève de l'École Polytechnique.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

NOUVEAUX TYPES DE SURCHAUFFEURS DE VAPEUR

(Planche XVI.)

L'intérêt qui s'attache à l'emploi de la vapeur surchauffée a été signalé depuis longtemps, puisqu'en 1859 John Penn a lu à ce sujet un important mémoire devant l'Institution of Mechanical Engineers ; l'abandon relatif dans lequel cette question est restée pendant de longues années ne peut s'expliquer que par la découverte successive de perfectionnements non moins importants (augmentation de pression, emploi de machines compound, etc.) qui ont absorbé toute l'attention des constructeurs.

Actuellement, ces perfectionnements paraissent avoir donné tout ce qu'on peut en attendre, et les efforts se portent à nouveau vers l'emploi pratique de la vapeur surchauffée. Le *Génie Civil* a mentionné les travaux les plus récents dans cet ordre d'idées (1).

L'extension que prend actuellement l'emploi de la vapeur surchauffée nous engage à reproduire, en raison de son intérêt pratique, un excellent mémoire que vient de présenter, à ce sujet, M. Watkinson devant l'Institution of Naval Architects.

On remarquera que l'une des difficultés contre lesquelles les constructeurs de machines à vapeur ont eu à lutter depuis l'origine, est la condensation dans les cylindres. L'emploi des enveloppes, le compoundage, l'usage des séparateurs, des purges automatiques, la réduction des espaces morts, et enfin la surchauffe, sont autant de phases de la lutte contre la condensation.

De tous ces moyens, la surchauffe est de beaucoup le plus efficace, et c'est le seul qui permette d'éviter totalement la condensation initiale. Elle présente l'avantage additionnel de réduire le débit des chaudières, ainsi que le travail demandé aux condenseurs, pompes à air, pompes de circulation et d'alimentation. Enfin, les fuites des pistons, des distributeurs et de la tuyauterie laissant passer quarante à cinquante fois plus d'eau que de vapeur, on conçoit tout l'intérêt que présente l'emploi de la vapeur sèche.

La pression de la vapeur reste constante pendant la surchauffe, et, par suite, son volume augmente. Pour surchauffer de 80 degrés 1 kilogr. de vapeur, il faut environ 48 calories (kilogr.-degré), ce qui représente à peu près 6 °/₀ de la chaleur nécessaire pour vaporiser 1 kilogr. d'eau, mais l'augmentation de volume due à ces 6 °/₀ est d'environ 30 °/₀.

Dans certaines applications de la vapeur surchauffée, on n'élève la température que de la quantité nécessaire pour éviter la condensation initiale. La vapeur se sature alors pendant la détente, et il peut se produire encore des condensations ; néanmoins on réalise déjà une notable économie, tant en raison de l'augmentation de volume que par suite de la réduction des fuites et de la condensation initiale. Avec la surchauffe ainsi pratiquée, le graissage des pistons n'offre aucune difficulté, car il se trouve de l'eau pendant la plus grande partie de la course, et les conditions sont les mêmes que lorsqu'on emploie de la vapeur saturée.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 14, p. 232 et t. XLIII, n° 13. p. 198.

Dans le cas de grandes machines à tiroirs ordinaires, il ne faut pas pousser la surchauffe au delà de 110° C., et dans certains cas les tiroirs donnent déjà des difficultés avec une surchauffe de 80 degrés. Avec les tiroirs cylindriques, on peut aller plus loin sans difficulté, et augmenter le rendement en conséquence. Dans ces limites, la vapeur ne reste pas sèche pendant toute la course, et cesse en général d'être surchauffée au début de la détente. Pour tirer tout le parti possible de la surchauffe, dans le cas de machines compound ou à triple expansion, il faut réchauffer la vapeur entre chaque détente. Dans ces conditions, on peut, avec une forte machine à triple expansion, abaisser la consommation de vapeur au-dessous de 3^{kg} 7 par cheval indiqué. La meilleure façon de pratiquer cette surchauffe consiste à employer un triple surchauffeur à foyer indépendant. Les produits de la combustion passent successivement dans le surchauffeur initial, dans celui du premier receiver, et dans celui du second receiver. On réduit au minimum la longueur de tuyauterie en installant le surchauffeur aussi près que possible de la machine.

Les surchauffeurs à foyer indépendant que nous allons décrire plus loin, demandent moins d'attention que les chaudières ; il est probable que leur durée sera aussi longue ; comme ils permettent de réduire aux deux tiers la consommation de vapeur, le nombre de chaudières peut être réduit en conséquence. L'économie qui en résulte compense le prix des surchauffeurs. Quant au poids et au volume des appareils, ils sont moindres que ceux des chaudières qu'ils remplacent.

Dans les cas où l'on emploie seulement une ou deux chaudières, il est généralement préférable de chauffer le surchauffeur avec les produits de la combustion du foyer de la chaudière ; mais pour des installations plus importantes, il y a lieu d'employer un surchauffeur à foyer indépendant. Si, en effet, on applique un surchauffeur à chacune des chaudières d'une batterie, on ignore la façon dont travaille chacun d'eux. L'un des surchauffeurs peut fournir de la vapeur à très haute

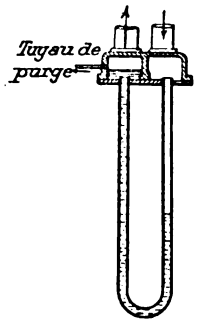


Fig. 1.

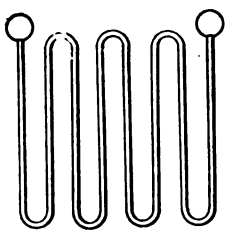


Fig. 2.

température, alors qu'un autre, dont le feu est bas, peut agir comme condenseur. Du reste, le prix d'un surchauffeur séparé, y compris tuyauterie et by-pass, est moins élevé que le prix correspondant pour une série de surchauffeurs appliqués à chaque chaudière ; mais les avantages principaux que procure le surchauffeur indépendant, dans une grande installation, sont un fonctionnement mieux défini et une plus grande facilité de réglage de la température. La combinaison ci-après décrite d'un gazogène avec un surchauffeur supprime toutes les difficultés inhérentes à cet appareil.

En raison de la résistance que présente le surchauffeur, la vapeur y subit une perte de charge qui dépend de la vitesse du fluide. La perte de charge admissible se trouve déterminée dans chaque cas ; en général, elle ne doit pas excéder 0^{kg} 2 pour le débit minimum, mais l'auteur connaît des cas où elle a atteint 2^{kg} 8. Lorsque la perte de charge se trouve ainsi exagérée, on essaie quelquefois d'améliorer les choses en établissant une dérivation sur le surchauffeur. Certains constructeurs de surchauffeurs emploient toujours cette dérivation, en vue de régler la température par mélange de vapeur saturée.

Ces dispositifs sont défectueux dans les cas où la charge est très variable ; si, en effet, on règle la quantité de vapeur qui passe dans le tube de dérivation, de façon à obtenir la température voulue pour la charge maxima, la dérivation laissera passer proportionnellement plus de vapeur aux moments de faible charge, et par suite la température sera plus basse. Or, c'est précisément le contraire dont on a besoin : plus la charge est faible, et plus la surchauffe doit être élevée. En même temps, la quantité de vapeur qui traverse le surchauffeur se trouvant réduite, les tubes peuvent être chauffés au rouge pendant que la vapeur allant aux machines est insuffisamment surchauffée.

On a fait de fréquentes tentatives pour appliquer à la surchauffe une partie de la surface de chauffe de la chaudière. Ceci se trouve réalisé dans les chaudières Serpollet et d'une façon satisfaisante pour le cas particulier des voitures automobiles, où le poids minimum est l'un des facteurs importants. Mais, d'une façon générale, avec ce dispositif, certains tubes sont, tantôt mouillés, tantôt chauffés au rouge. Dans ces conditions, ils se détériorent rapidement et nécessitent des remplacements fréquents.

Digitized by Google

Certains surchauffeurs sont aussi pourvus de dispositifs qui permettent de remplir d'eau les tubes pendant la mise en pression ou à l'arrêt des machines, afin d'éviter qu'ils ne soient portés à une température excessive.

Cette pratique présente plusieurs inconvénients :

1° Le métal s'oxyde beaucoup plus rapidement, lorsqu'il est alternativement sec et mouillé, que lorsqu'il est toujours sec ou toujours mouillé ;

2° Les valves d'arrivée d'eau ne restent jamais rigoureusement étanches, ce qui a pour effet de réduire la température de surchauffe. La fuite est quelquefois telle que la vapeur sort plus humide qu'elle n'entre ;

3° A moins que l'eau introduite ne soit très pure, il se produit dans le surchauffeur des dépôts qui nuisent à la transmission de la chaleur et augmentent la perte de charge ;

4° Si les tubes ne sont pas disposés de façon que l'eau s'en écoule naturellement, il est impossible de les vider à l'aide du robinet de purge.

Lorsqu'on ouvre ce robinet, l'eau est en effet chassée de deux ou trois tubes, et en raison de la faible différence de pression qui correspond au petit débit du robinet de purge, l'eau présente simplement une légère différence de niveau entre les deux branches des autres tubes, comme le montre la figure 1. Si la purge reste ouverte assez longtemps, l'eau pourra s'échapper à l'état de vapeur, mais après un

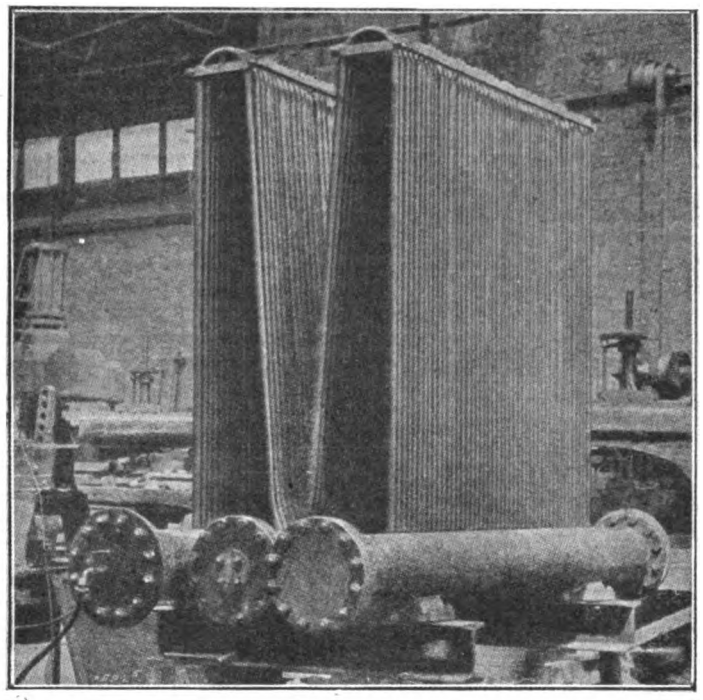


FIG. 3. — Vue d'un surchauffeur Watkinson.

délai assez long et, en tout cas, indéterminé. Si ce délai est insuffisant, l'eau sera envoyée dans la machine au moment de l'ouverture de la conduite principale, et pourra causer des dégâts s'il n'existe pas de séparateur. Enfin, pendant la purge du surchauffeur par évaporation, la partie déjà vide de chaque tube pourra être portée au rouge et déformée ensuite par l'effet du marteau d'eau. Cet effet sera particulièrement à craindre avec les tubes de la forme indiquée figure 2.

Les mêmes remarques s'appliquent à l'eau qui peut se rassembler dans les tubes, lorsqu'un surchauffeur vient à jouer le rôle de condenseur.

La figure 3 montre la forme générale du surchauffeur Watkinson, tel qu'il est construit par MM. Mechan and Sons. Les collecteurs sont en fer ou en acier doux. Les tubes, en acier sans soudure, sont disposés en faisceaux à petite distance l'un de l'autre, de façon à diviser en minces filets les produits de la combustion, et à faciliter l'échange de calories. Les gaz se déplacent perpendiculairement aux tubes, et l'efficacité de ce dispositif ressortira par le fait qu'ils arrivent au faisceau à la température du rouge-blanc, et qu'ils sortent à une température de 240° C, bien que le parcours total sur les tubes ne soit que de 15 centimètres. Le faible écartement des tubes se trouve rendu possible par leur rétrécissement aux extrémités, où ils sont mandrinés dans les collecteurs à l'aide de mandrins extensibles commandés par engrenages d'angle. On peut sortir ou remettre un tube sans déplacer les autres. Comme ils sont presque verticaux, la suie et les cendres ne s'y accumulent pas, et la purge en est facile. On peut réduire le prix de la construction en supprimant le collecteur central, et en donnant aux tubes la forme d'un M, au lieu d'un U renversé. Mais la purge en devient alors difficile, comme nous l'avons expliqué plus haut.

La figure 4 est une coupe du même surchauffeur et de son gazogène. Un surchauffeur de ce type a été visité après deux ans de marche continue ; les tubes ont été trouvés dans le même état que lorsqu'ils étaient neufs ; avant son adoption, on employait six chaudières, alors que quatre ont suffi par la suite.

Avec les surchauffeurs indépendants, l'auteur préfère le foyer gazogène, qui demande moins d'attention qu'un foyer ordinaire ; on le charge toutes les heures, par exemple, et on n'enlève les cendres que toutes les douze heures. Il ne produit pas de fumée et assure un réglage précis de la température de la vapeur.

Sur la figure 4, le gazogène est représenté en A ; C est la chambre de combustion, et B l'arrivée d'air comburant. En variant l'admission de vapeur au souffleur S, on règle sans difficulté la température de la vapeur. Un dispositif simple permet d'obtenir automatiquement une température constante.

La figure 1 (pl. XVI) montre la disposition des gazogènes pour deux surchauffeurs de 120 tonnes de vapeur à l'heure. La figure 2 indique une autre disposition dans laquelle, pour économiser l'espace, on a monté le surchauffeur au-dessus du gazogène.

Un surchauffeur avec foyer ordinaire est représenté sur la figure 3 (pl. XVI). Dans ce cas, il faut s'occuper fréquemment du feu, pour éviter les fluctuations de température de la vapeur. L'auteur pare à ces difficultés par l'emploi d'un réservoir de chaleur, formé de murs de briques B percés d'ouvertures. Malgré tout, ce genre d'appareil demande plus d'attention que le gazogène.

La figure 4 (pl. XVI) se rapporte à un type intermédiaire. La combustion s'effectue dans un foyer ordinaire, mais qui se trouve alimenté automatiquement par un magasin de combustible M, à la façon des appareils à feu continu.

Le dispositif des figures 5 et 6 (pl. XVI) s'applique plus spécialement aux locomotives, aux bateaux, et en général là où l'espace est limité, et où les maçonneries doivent être réduites au minimum. Les tubes sont en U renversé ; ils sont mandrinés dans la plaque tubulaire

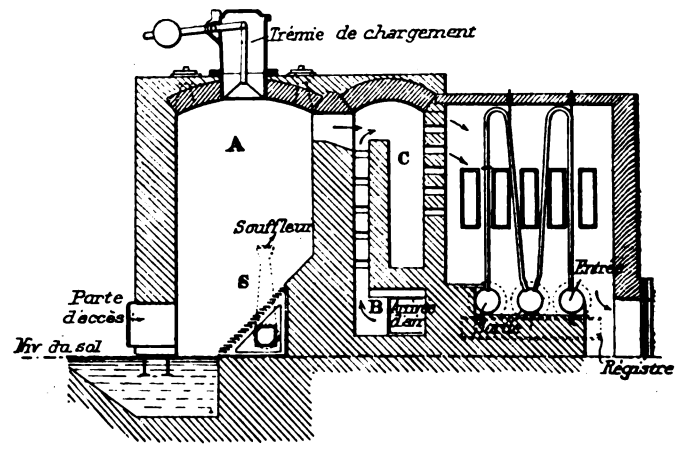


FIG. 4. — Coupe du surchauffeur Watkinson avec gazogène.

P, boulonnée au collecteur H, en acier coulé ou forgé. La vapeur entre en S dans le compartiment extérieur, et sort du compartiment intérieur en S_1. Une enveloppe légère C, en acier, enveloppe le surchauffeur, et les gaz chauds traversent les tubes, comme le montrent les flèches. La figure représente le surchauffeur destiné à être chauffé au pétrole, mais on peut employer aussi un foyer ordinaire ou un gazogène. On voit en A un économiseur par réchauffage d'air, qui permet d'augmenter le rendement d'une façon appréciable. Un surchauffeur de ce genre, pour 68 000 kilogr. de vapeur à l'heure, a un diamètre extérieur de 3m 35.

Lorsque les surchauffeurs sont alimentés par les produits de la combustion de foyers de chaudières, il est bon de les disposer de façon qu'ils reçoivent les gaz à une température d'au moins 570 degrés ; c'est pourquoi, dans les chaudières Lancashire, on place quelquefois les surchauffeurs immédiatement à l'arrière de la chaudière. Dans ce cas, les tubes se trouvent portés au rouge au moment de la mise en pression, à moins qu'on ne les remplisse d'eau pendant cette période ; mais nous avons expliqué plus haut les inconvénients de cette façon de procéder.

Pour éviter ces difficultés, et régler convenablement la surchauffe, l'auteur dirige sur les surchauffeurs une dérivation des gaz chauds. Les figures 7 et 8 (pl. XVI) montrent l'application de cette méthode à une chaudière Lancashire B. S est le surchauffeur et D un registre de réglage. Pendant la mise en pression ou l'arrêt des machines, le registre est fermé, et les produits de la combustion sont dirigés en totalité vers le carneau inférieur. Lorsque le registre est ouvert, une partie des produits de la combustion se trouve dérivée vers la chambre du surchauffeur, et, en variant la position du registre, on peut régler exactement la température de la vapeur. Le registre se trouvant dans

Digitized by Google

une région relativement froide, se conserve très bien. Dans la figure 9 (pl. XVI), le même principe se trouve appliqué à une chaudière semi-tubulaire à foyer intérieur; pour assurer le passage d'une proportion suffisante des gaz à travers le surchauffeur S, on a établi en W, dans la chambre de combustion, une chicane en maçonnerie. Sur la figure 10, le même dispositif est adapté à une chaudière marine; les figures 11 et 12 (pl. XVI) montrent une variante dans laquelle les gaz, après avoir traversé le surchauffeur, passent directement à la cheminée.

Lorsque, en raison de l'espace disponible, cette dérivation n'est pas applicable, le surchauffeur peut être monté comme l'indique la figure 13 (pl. XVI); mais dans ce cas, il se trouve protégé, pendant l'arrêt des machines, par le système que montre la figure: un tube P, connecté à la sortie du surchauffeur, traverse la chaudière et aboutit à un purgeur automatique T. L'eau, relativement froide à la partie inférieure de la chaudière, condense la vapeur dans le tube P, ce qui détermine un courant de vapeur continu dans le surchauffeur. L'eau condensée retourne à la bâche d'alimentation. Pendant la marche des machines, on peut à volonté conserver cette circulation ou l'arrêter à l'aide d'un robinet. Dans certains cas, on ne peut appliquer aucun des systèmes ci-dessus, et le surchauffeur reçoit alors les produits de la combustion, après leur parcours sur toute la surface de chauffe de la chaudière. Les figures 14, 15 et 16 (pl. XVI) se rapportent à un surchauffeur monté dans ces conditions sur deux chaudières marines.

Les figures 17 et 18 (pl. XVI) sont relatives à un type de surchauffeur que l'auteur a imaginé, mais qu'il n'a pas encore eu occasion d'expérimenter sur une grande échelle. Cet appareil se compose d'un serpentin U monté dans la chambre de combustion, et mis en communication avec un autre serpentin double A, monté dans le dôme de la chaudière. Cet ensemble se trouve rempli d'un liquide à point d'ébullition élevé, et le circuit est complété par un tube replié W situé dans l'eau à la partie inférieure de la chaudière. Pendant la mise en pression de la chaudière, le liquide commence à circuler dans ces tubes, et comme il n'y a pas de vapeur en A, la chaleur emportée par le fluide se trouve cédée en W à l'eau de la chaudière, où elle contribue à améliorer la circulation. Lorsque les machines démarrent, un courant de vapeur se produit autour de A; cette vapeur se surchauffe en traversant les espaces étroits compris entre les spires; le fluide se trouve ainsi refroidi, et ce n'est que la chaleur résiduelle qui se trouve transmise par W à l'eau de la chaudière. En un mot, quelle que soit la marche de la chaudière, c'est toujours à la vapeur que la chaleur se trouve transmise en premier lieu, et l'excédent est ensuite absorbé par l'eau. On obtient ainsi un fonctionnement automatique et une protection naturelle contre toute détérioration.

Lorsque les surchauffeurs sont placés dans le carneau, ils risquent beaucoup plus de fonctionner accidentellement comme condenseurs, que lorsqu'ils reçoivent des gaz plus chauds; l'ouverture d'une porte de foyer suffit, en effet, pour réduire la température en cet endroit, au-dessous de celle de la vapeur; ce résultat défavorable se trouve évité si l'on intercale un volant de chaleur.

Lorsqu'on met en marche une nouvelle machine ou de nouveaux segments de pistons, il est à recommander de n'employer la vapeur surchauffée que lorsque les tiroirs, cylindres et segments ont pris une apparence glacée. Si, pendant les premiers jours, on surchauffe d'une vingtaine de degrés, par exemple, on pourra augmenter ensuite graduellement la surchauffe jusqu'au maximum pour lequel la machine a été prévue. Ces précautions sont surtout importantes pour les machines à grande vitesse.

Lorsque les organes frottants ont pris un poli parfait, le graissage intérieur de la machine ne paraît plus absolument nécessaire. L'auteur a ainsi observé pendant longtemps une machine qui a fonctionné sans graissage et d'une façon satisfaisante, bien que la température de la vapeur fût de 260 degrés.

F. D.

HYGIÈNE

LES AVANTAGES ET LES INCONVÉNIENTS DES ÉGOUTS du système unitaire et du système séparatif.

Sous ce titre, M. le docteur Imbeaux, Ingénieur des ponts et chaussées et Directeur du Service municipal de Nancy, vient de publier (1) une comparaison des plus intéressantes entre les divers systèmes d'évacuation des eaux résiduaires et des eaux pluviales. Il en distingue trois : *le système unitaire* qui opère, dans et par les mêmes canalisations, l'évacuation de tout le volume dont il faut se débarrasser; *le système séparé* qui est constitué par deux canalisations distinctes, l'une consacrée aux eaux usées proprement dites, l'autre aux eaux pluviales; enfin *un système mixte* dans lequel le réseau des eaux usées est disposé pour recevoir une certaine fraction des eaux météoriques, le réseau pluvial n'entrant en fonctionnement que pour le surplus (1).

M. Imbeaux compare les divers procédés à quatre points de vue successifs :

I. — *A celui de la protection des cours d'eau.* — Aucun système ne peut avoir la prétention d'écouler souterrainement, c'est-à-dire indépendamment des cours d'eau naturels, le produit des grandes averses. Le système unitaire lui-même n'y satisfait que par l'emploi de déversoirs qui, arasés à un certain niveau au-dessus du radier du collecteur, rejettent la tranche de sewage venant par intermittence à dépasser ce niveau. Le système séparatif complet laisse aller au cours d'eau toutes les eaux pluviales, le réseau à ce destiné étant établi perpendiculairement au fleuve pour s'y décharger le plus rapidement possible. Enfin, dans le système mixte, les grandes pluies seules sont évacuées directement.

M. Imbeaux cite les opinions contradictoires de divers hygiénistes au sujet du degré de souillure des eaux pluviales. Durand-Claye, Frankel et Kirchner ont soutenu qu'il était peu différent de celui des eaux vannes; Rœchling et Bredtschneider que, seules, les eaux de lavage des chaussées sont véritablement polluées. M. Bredtschneider fait de de plus observer que ce qui passe par les déversoirs, c'est la tranche supérieure du courant, c'est-à-dire celle où la vitesse est la plus grande et, par suite, la plus susceptible d'entraîner une forte proportion de corps en suspension, notamment les particules desséchées des matières qui s'étaient attachées aux parois des égouts non mouillées en étiage.

Le système mixte paraît donc le plus avantageux au point de vue spécial de la protection des cours d'eau, car il n'y déverse rien, non seulement en temps de sécheresse, mais encore en temps de pluie peu intense.

II. — *Comparaison au point de vue de la facilité d'évacuation.* — L'auteur donne les bases sur lesquelles s'établissent les réseaux des divers systèmes : 2 litres par seconde et par hectare de la surface desservie, pour le système séparatif complet; 5 litres à 5 l 5 pour le système mixte en se bornant, suivant l'opinion du professeur Richert, à l'évacuation d'une pluie de 2 millimètres par heure, dont on suppose que 60 0/0 arrive à l'égout; 30 à 40 litres pour le système unitaire, ce chiffre n'étant qu'une moyenne et devant, dans chaque cas, être modifié suivant l'intensité locale de la « grande averse habituelle ».

Le premier n'exige, la plupart du temps, que de simples tuyaux qui coulent pleins ou à moitié remplis et dans lesquels les chasses donnent le maximum d'effet ; tandis que le système unitaire conduit rapidement aux grandes sections des égouts visitables. Par suite, ce dernier, au point de vue spécial de l'écoulement, n'est avantageux que dans les villes ou quartiers de villes à forte déclivité. La supériorité du séparatif est encore plus marquée là où la pente fait défaut, comme dans les cités littorales ou fluviales, où l'on est obligé de créer artificiellement des points bas pour le relevage des eaux usées par des moyens mécaniques (pompes, éjecteurs Shone, systèmes aspirateurs). Il est évident que dans ce cas les égouts à débits faibles et réguliers du système séparatif sont incomparablement les plus avantageux.

III. — *Comparaison au point de vue de la facilité d'épuration.* — Le système séparatif complet a nettement le dessus sous ce rapport. Il n'envoie en effet aux champs d'épandage ou à l'usine de traitement qu'un volume d'eau modéré, régulier et d'une composition à peu près constante : au contraire, le système unitaire fournit en temps d'orage un énorme excédent; de plus, cet excédent est peu chargé de matières organiques utiles, en même temps qu'il véhicule une grande quantité de matières minérales inertes. Le système mixte se tient évidemment entre les deux autres et s'en rapproche plus ou moins suivant la proportion des eaux fluviales qu'il admet.

IV. — *Comparaison au point de vue des dépenses.* — Comme le fait observer l'auteur, il convient, dans cette comparaison, de mettre en balance, non seulement le coût de premier établissement du ou des réseaux (y compris les branchements des maisons), mais encore, s'il y a lieu, celui des usines de relèvement et des installations d'épuration : il faut également capitaliser et ajouter les frais d'exploitation et d'entretien annuels de tout cet ensemble.

Il semble, tout d'abord, que le système séparatif ou, à son défaut, le système mixte doivent avoir l'avantage sur le système unitaire en raison de l'importance des ouvrages que celui-ci nécessite. Mais il arrivera, dans certains cas, que le réseau spécial aux eaux pluviales, s'il ne peut être établi sur de faibles longueurs, en raison, par exemple,

(1) *Revue d'hygiène et de Police sanitaire,* numéro du 20 juillet 1903.

(1) M. Imbeaux donne également le nom de *système mixte* à l'emploi du système unitaire et du système séparatif dans des quartiers différents d'une même ville. Cette dénomination paraît insuffisamment justifiée. Il y a, dans ce cas, à notre avis, juxtaposition des deux premiers systèmes plutôt que combinaison d'un troisième, comme cela a lieu quand le réseau des eaux vannes doit évacuer la première portion tombée des eaux de pluie.

Digitized by Google

de l'éloignement du cours d'eau où il doit se déverser, donnera lieu à des dépenses sensiblement aussi grandes que le réseau unitaire. Le réseau double coûterait alors plus cher que le réseau unique, la différence étant sensiblement le coût du réseau-vanne surajouté.

L'auteur fait observer, d'ailleurs, que ces cas ne se présenteront pas très fréquemment, et qu'en pratique, on pourra généralement simplifier le réseau pluvial, soit qu'il soit susceptible d'être établi suivant le système perpendiculaire, soit qu'on le limite aux parties de la ville où commencerait l'inondation des rues, en cas de forte averse, quitte à l'étendre successivement au fur et à mesure que les quartiers situés à l'amont de ces premières parties gagneraient en population.

Un exemple intéressant vient illustrer cette discussion. Un nouveau quartier de Charlottenburg, comprenant 550 hectares, s'étend entre la Sprée, le canal de Spandau et un canal de jonction, en sorte que le voisinage de ces cours d'eau, capables de recevoir les eaux pluviales, semblait donner l'avantage au système séparatif, même avec le réseau pluvial complet, et lui assurait, en effet, une économie de 1 million de marks. La Ville se décidait donc pour le système séparatif, quand l'État fit savoir qu'il interdisait tout déversement dans le canal de Spandau : les deux projets parallèles durent être remaniés en conséquence, et cette fois la balance pencha de 430 000 marks (non compris la diminution de dépenses pour le branchement des maisons) en faveur du système unitaire, qui fut définitivement adopté.

M. Imbeaux cite un autre cas où l'emploi du système séparatif est tout indiqué: c'est quand la ville possède déjà un ancien réseau d'égouts à grande section, mais à pentes insuffisantes pour être utilisé dans le système unitaire.

D'autre part, si l'on évalue les frais d'exploitation et d'entretien du double réseau, il semble qu'ils soient plus élevés que pour le réseau unique. Cela tient, d'une part, à la moindre longueur de la canalisation et à la plus grande commodité de nettoyage et de visite que présente incontestablement ce dernier.

M. Imbeaux donne ensuite d'intéressants détails statistiques sur les extensions respectives des divers systèmes, en Europe et aux États-Unis, et sur les projets d'assainissement de Toulon, de Reims, Lille, Avignon, Le Havre, Lyon, etc. Il termine son mémoire par les conclusions suivantes :

1° Les systèmes de Tout à l'égout unitaire et séparatif, et aussi les systèmes mixtes intermédiaires satisfont convenablement, s'ils sont bien appliqués, aux exigences de l'hygiène pour l'évacuation rapide des matières et eaux usées, ainsi que des eaux pluviales;

2° Au point de vue de la protection des cours d'eau, le déversement des eaux pluviales isolées du système séparatif est pour le moins aussi tolérable que celui du mélange qui passe en grande averse par les déversoirs unitaires. Sous ce rapport la combinaison la plus parfaite paraît consister à admettre le produit des pluies *ordinaires* dans le réseau-vanne séparatif (déversoir intercepteur en collecteur d'interception de Bateman, chambre régulatrice de Richert, etc.);

3° Pour l'évacuation proprement dite, le système unitaire reste le plus parfait, en raison de sa simplicité et de sa facilité de nettoyage et d'entretien, partout où les pentes sont fortes et où le fonctionnement se fait facilement par la gravité seule : il exige toutefois une grande abondance d'eau ;

4° Inversement, le séparatif est très avantageux là où la pente fait défaut, et, en raison du petit volume du sewage, lorsqu'il faut faire un relèvement mécanique; il s'adapte notamment très bien aux procédés aspirateurs ou compresseurs ;

On peut d'après cela avoir avantage, dans certains cas, à diviser la ville d'après sa topographie en zones distinctes et à desservir les zones basses par le système séparatif, tandis que le reste est desservi en unitaire ;

5° Le séparatif sera d'autant plus économique que le réseau pluvial pourra rester plus rudimentaire, c'est-à-dire, d'une part, que la ville sera moins exigeante pour les égouts pluviaux élémentaires, et, d'autre part, qu'elle présentera par la disposition des lieux plus de facilités pour l'adduction rapide des eaux pluviales au fleuve ou à la mer. Il jouit d'une certaine élasticité financière par suite de la possibilité d'ajourner l'exécution des dernières ramifications d'amont du réseau pluvial, ou même d'une grande partie de ce réseau ;

6° Le séparatif donne un sewage, qui par son faible volume, sa qualité et sa constance est beaucoup mieux adapté que celui de l'unitaire à l'extraction des matières utiles et à l'épuration, notamment à l'épuration agricole, chimique ou bactérienne ;

7° Un très grand nombre de villes, notamment en France, n'ont que des procédés d'évacuation nuls, mauvais ou insuffisants, et leur assainissement d'ensemble s'impose ; un grand effort doit être fait d'urgence dans ce sens.

G. R.

VARIÉTÉS

L'alcool et sa valeur alimentaire.

Les récentes et très intéressantes polémiques auxquelles a donné lieu l'alcool, considéré au point de vue de ses propriétés alimentaires, ne sont pas nouvelles. Depuis Liebig qui lui accordait la valeur d'un aliment ternaire, jusqu'aux démonstrations si affirmatives de MM. Atwater et Benedict, physiologistes américains, et de M. Duclaux, bien des savants se sont chaudement déclarés partisans de la doctrine de l'assimilabilité. De 1852 à 1856, Stauch, Buchheim, Masing, Schulinus, émirent l'avis d'une combustion presque complète de l'alcool introduit dans l'organisme vivant. Plus près de nous, Binz, Botländer, Albertoni, Strassmann conclurent dans le même sens.

Des partisans non moins nombreux se rangèrent à l'opinion contraire, se basant sur les conclusions vicieuses qu'en 1860 MM. Lallemand, Perrin et Duroy tirèrent de leurs recherches : les animaux sur lesquels ces savants expérimentèrent furent tous sacrifiés pendant l'ivresse causée par les quantités d'alcool relativement importantes qu'ils leur avaient fait absorber. De ce que les distillations successives du sang recueilli révélèrent de notables proportions d'alcool, il serait imprudent de conclure, comme l'ont fait les expérimentateurs, que l'alcool traverse l'organisme sans se transformer. La destruction d'une matière alimentaire quelconque n'est pas un phénomène instantané, et la seule déduction certaine que l'on puisse tirer de ces expériences est que l'alcool introduit dans l'estomac passe rapidement dans la circulation générale.

Les partisans de l'inassimilabilité se rangèrent donc à l'opinion que l'alcool n'est pas utilisé par l'organisme, parce qu'ils le retrouvaient dans les excréta et les tissus et qu'ils ne retrouvaient pas les produits de sa transformation.

Les défenseurs de l'assimilabilité croient, au contraire, que l'alcool est brûlé en majeure partie, parce qu'il s'agit d'un corps qui ne serait pas insaisissable s'il était éliminé en nature et qu'il se retrouve en très faible quantité seulement dans les excréta ; parce qu'enfin, les produits qui doivent logiquement résulter de sa combustion dans l'organisme ne se distinguent pas des produits ordinaires de la transformation des graisses ou des hydrates de carbone.

Dans une étude publiée par la *Revue générale des Sciences* (30 juin 1903) MM. Roos, Directeur de la station œnologique de l'Hérault et Hédon, Professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier, se ralliant à l'opinion de l'assimilabilité, appuient leur conviction non seulement sur les expériences faites antérieurement, mais sur différentes recherches personnelles ; celles-ci leur ont permis d'évaluer à la faible dose de 4 0/0, la quantité totale d'alcool éliminé en nature par un chien ayant absorbé la forte dose d'alcool absolu de 5 centimètres cubes par kilogramme du poids du corps. Cette élimination porta seulement sur les voies pulmonaire et rénale; elle fut nulle par les intestins et insignifiante par la peau.

Ces conclusions admises, les auteurs recherchent si, dans cette transformation de l'alcool, l'organisme peut trouver une source d'énergie, dans quelle mesure celle-ci est utilisable, et si, administré à une dose non toxique, c'est-à-dire ne provoquant pas l'ivresse, il n'exerce pas d'action défavorable sur l'organisme. Ils sont ainsi amenés à énoncer de la façon suivante le problème tel qu'il doit être posé : comparer la valeur alimentaire de l'alcool comme source d'énergie, à celle des aliments ordinaires, spécialement les graisses et les hydrates de carbone qui forment les matériaux ordinaires de la nourriture.

MM. Roos et Hédon estiment qu'il ne faut pas s'en tenir aux conclusions que M. Chauveau a cru pouvoir tirer de ses recherches à ce sujet, et desquelles il résulterait que l'alcool a une valeur alimentaire à peu près nulle. En effet, ces conclusions sont inexactes, faute d'une conception assez nette du mot *aliment*, qui ne s'applique qu'à une substance alimentaire ingérée à une dose égale ou inférieure à celle que l'organisme peut normalement transformer ; or, M. Chauveau fit absorber à ses sujets d'expérimentation, en une seule fois, une dose toxique de 2gr 50 par kilogramme de poids, suffisante pour provoquer une ivresse manifeste, entraînant logiquement une infériorité du rendement en travail : tout autre élément, ingéré en excès, eût produit un résultat semblable.

Des expériences faites par Strassmann, en 1891, il résulte qu'ajouté à l'alimentation des animaux, à petites doses et pendant un temps assez long, l'alcool provoque chez ceux-ci une augmentation de poids très notable. Personnellement, les auteurs ont également observé, sur des cobayes, les heureux effets du vin supplémentant la nourriture journalière ; de curieuses recherches portant sur les poissons et sur les lapins, leur ont confirmé la certitude que l'organisme vivant peut détruire des quantités considérables d'alcool : d'après leurs chiffres cette combustion peut atteindre 0cm3 75 d'alcool absolu par kilogramme de matière vivante et par heure.

Dans leurs expériences si concluantes, MM. Atwater et Benedict n'administrèrent qu'une dose deux fois et demi moindre que celle de M. Chauveau, ingérée en plusieurs fois. Ils se bornèrent presque toujours à substituer de l'alcool à une quantité isodyname d'amidon, de sucre ou de graisse. Ces savants opérèrent toujours sur des hommes sans tare physiologique ; le sujet était enfermé dans une chambre calorimétrique disposée de telle sorte que toute la chaleur produite par la vie pût être recueillie et mesurée, que tous les excréta gazeux, liquides ou solides, pussent être mesurés et analysés. Les

Digitized by Google

recherches des savants américains portèrent sur l'assimilation et l'élimination de l'alcool, sur son action protectrice, sur les graisses et les protéïques de l'organisme. Laissant de côté la question de la nocivité ou de l'utilité de l'alcool dans le régime ordinaire, il se sont attachés surtout à en démontrer la valeur énergétique. Leurs conclusions à ce sujet sont formulées ainsi :

« L'énergie potentielle de l'alcool était transformée en énergie cinétique dans le corps, aussi complètement que celle des nutriments ordinaires ». Ils estiment comme très probable qu'une partie de cette énergie potentielle de l'alcool ait été transformée en énergie cinétique de travail musculaire.

En résumé, MM. Roos et Hédon, sans nier les effets nocifs de l'alcool absorbé en excès, sont d'avis que le meilleur moyen de combattre le fléau de l'alcoolisme est de rester dans la vérité scientifique ; c'est principalement à la forme d'absorption, concentration ou principes aromatiques ajoutés, qu'ils attribuent son rôle funeste. Se basant sur l'observation et sur les expériences d'Atwater et Benedict, ils estiment qu'ingéré à raison de 1 gramme par kilogramme du poids du corps, par jour, en solution étendue et en plusieurs fois, l'alcool n'offre pas d'inconvénient et constitue une substance alimentaire analogue au sucre et à l'amidon, mais de plus grande valeur sous le même poids.

Commande électrique pour machines réversibles : laminoirs ou machines d'extraction.

On a proposé récemment en Allemagne, pour actionner des machines réversibles, une commande électrique indirecte dont la figure 1 donne le schéma.

F est le moteur actionnant le train de laminoirs ou la machine d'extraction ; E, D, S, H sont les organes du transformateur, qui comprend :

Une dynamo D et son excitatrice E, fournissant l'énergie électrique au moteur F, et munie d'un levier de manœuvre A, qui agit sur les rhéostats M_1, M_2 et M_3 ;

Un volant S ;

Un moteur H, branché sur la distribution électrique dont on dispose, et muni d'un dispositif de régulation automatique figuré schématiquement en R.

Le levier A est au zéro dans la position médiane ; en le tournant à droite ou à gauche, on établit l'excitation dans un sens ou dans

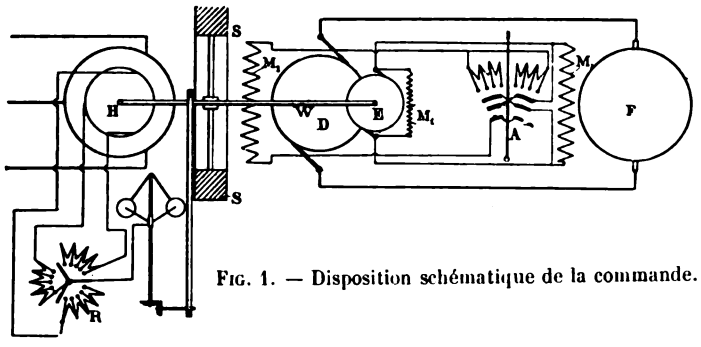


Fig. 1. — Disposition schématique de la commande.

l'autre, ce qui détermine la rotation du moteur F dans le sens correspondant. La mise en mouvement est ainsi adoucie par les réactions électriques de l'ensemble D, E, F.

Le volant S, en acier, tournant à grande vitesse, absorbe la plus grande partie des variations de l'énergie transmise par le système, soit pendant la marche, soit au moment de l'inversion du moteur F.

Le régulateur R agit sur l'excitation du moteur principal H, de façon à lui conserver une consommation de courant variable dans des limites peu étendues, pour éviter les perturbations sur le réseau.

Les difficultés que comporte la réalisation de cet appareil, notamment en ce qui concerne les courants intenses que la dynamo D est exposée à supporter, et l'inversion brusque de l'excitation, ont été, paraît-il, surmontées avec succès, grâce à des artifices d'enroulement et à une construction appropriée.

Une installation de ce genre a été mise en essai à un puits de mine dépendant de la Donnersmarckhütte, par les soins de l'Union Elektricitäts Gesellschaft, et s'est bien comportée, malgré les intensités mises en jeu (près de 2 000 ampères).

Le changement de marche se faisait en 3 à 5 secondes, dans les conditions de l'expérience. D'après le *Stahl und Eisen*, qui donne des renseignements sur les machines employées, ce système de commande paraît également susceptible d'application aux grands trains de laminoirs réversibles.

Perforatrice électrique Locke.

La perforatrice électrique Locke, représentée en coupe sur la figure 2 empruntée à l'*Iron Age*, transforme le mouvement de rotation rapide du moteur électrique A qui l'actionne en un mouvement de va-et-vient de l'outil F. C'est donc une perforatrice à percussion.

Le moteur A, monté à l'extrémité des barres-guides sur lesquelles se meut le mécanisme percutant, fait tourner un arbre extensible B à

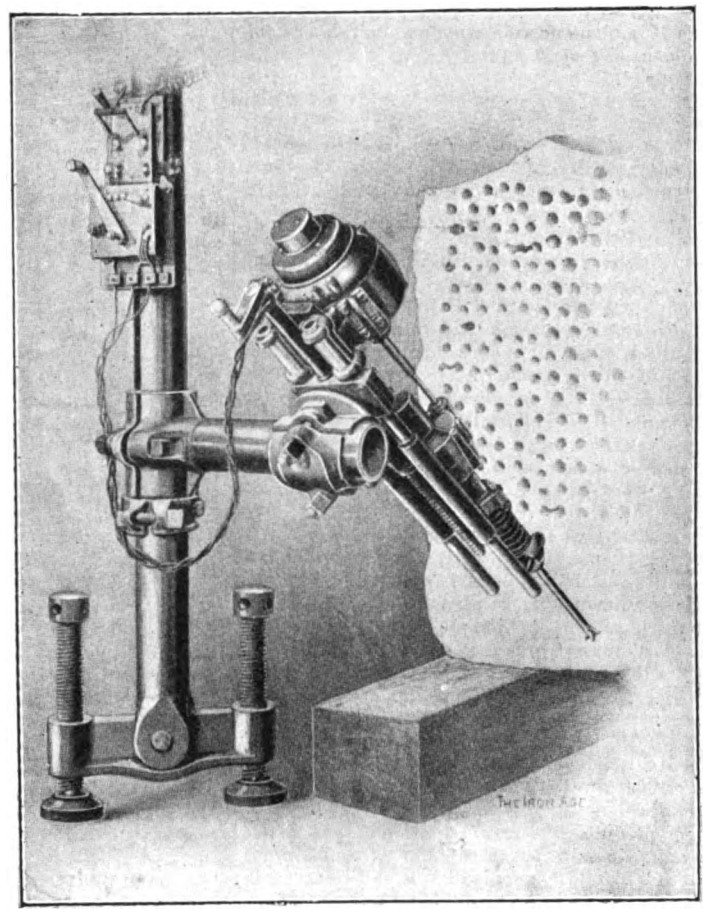


Fig. 1. — Perforatrice électrique Locke.

l'extrémité duquel se trouve un pignon. Ce pignon actionne un engrenage monté sur une pièce concentrique à un arbre creux dans lequel se meut le piston porte-outil. Cette pièce porte un évidement permettant le roulement d'une bille C, et le piston porte une came sur laquelle cette bille vient rouler, ce qui chasse le piston en arrière et bande le ressort E.

La bille atteignant l'extrémité de la came revient à son point de départ pendant que le ressort chasse brusquement le piston en avant.

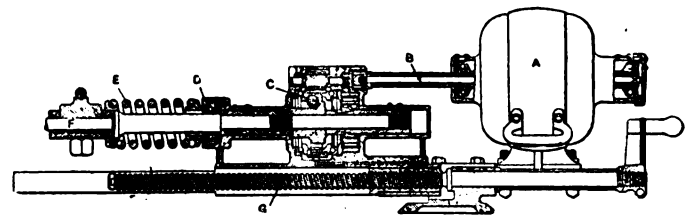


Fig. 2. — Coupe longitudinale de la perforatrice.

Une disposition spéciale permet à l'outil de tourner d'un certain angle à chaque tour.

La perforatrice étant fixée sur un support ordinaire, l'outil est approché de la roche à l'aide de la manivelle par l'intermédiaire de la vis G.

L'outil adhère rarement à la roche, car l'effort de recul est plus grand que l'effort de poussée. La tension du ressort bandé est de 325 kilogrammes.

Le moteur shunt a une puissance de trois quarts de cheval. Il marche à 2 500 tours et sous 220 volts. L'outil donne 300 à 350 coups par minute.

Le moteur peut être manié facilement par un seul homme, et la perforatrice par deux personnes. Son poids est d'environ 100 kilogrammes.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Seance du 3 août 1903.

Chimie analytique. — *Sur le dosage de l'ammoniaque dans les vins, et son rôle dans la différenciation des mistelles d'avec les vins de liqueur.* — Note de M. J. LABORDE.

En 1898, l'auteur avait employé, pour doser l'ammoniaque des moûts et des vins, le procédé préconisé par M. Müntz : on sature l'acidité par le carbonate de soude, on distille à basse température (35 degrés environ) à l'aide du vide, pour chasser les bases volatiles en les recueillant dans une quantité suffisante d'acide sulfurique, puis on alcalinise le liquide distillé avec de la soude et on le distille à 100 degrés dans $SO^4H^2\frac{N}{10}$, qui est titré avec de l'eau de chaux et de l'hélianthine comme indicateur.

Depuis, MM. Gautier et Halphen ont étudié de nouveau le phénomène de la disparition de l'ammoniaque des moûts de raisin pendant la fermentation alcoolique de ces moûts (1).

M. Laborde, pour vérifier certains résultats qui mettaient en doute la valeur de la méthode employée par lui, a refait de nouvelles expériences sur des moûts et des mistelles. Il en conclut que :

D'une manière générale, l'ammoniaque contenue naturellement dans le moût de raisin est utilisée avec avidité par les levures, comme l'avait démontré M. Duclaux, mais il peut en rester, dans le vin, des quantités variables suivant la nature du moût, sa richesse ammoniacale, la variété de levure, les conditions physiques et chimiques de la fermentation, et avec l'influence qu'exercent, sur le milieu fermentescible et sur la levure, les ferments de maladie qui peuvent se développer en même temps qu'elle.

Ces conclusions, vraies pour des liquides complètement fermentés, le sont aussi pour des moûts incomplètement fermentés tels que ceux qui servent à la fabrication des vins de liqueur. Ces derniers, même produits par des fermentations tout à fait exemptes de microbes, peuvent donc contenir des quantités d'azote ammoniacal très supérieures à la limite de 10 milligr. par litre, admise par MM. Gautier et Halphen, et M. Laborde a rencontré, notamment, bien des vins de Sauternes, qui sont des vins de liqueur par excellence, contenant de 16 à 25 milligr. d'azote ammoniacal par litre.

Chimie minérale. — *Sur un carbure double de chrome et de tungstène.* — Note de MM. H. MOISSAN et A. KOUZNETZOW.

Pour préparer le carbure double de chrome et de tungstène, on chauffe au four électrique, dans un creuset de charbon, un mélange de 100 grammes de Cr^2O^3, 45 grammes d'acide tungstique et 30 grammes de charbon de sucre. La durée de la chauffe est de cinq minutes : 400 ampères sous 75 volts suffisent. Le culot métallique, homogène et bien fondu, dont la cassure a l'aspect de cristaux enchevêtrés, est pulvérisé, traité à chaud par l'acide chlorhydrique; on lave à l'eau et l'on fait digérer ensuite avec une solution ammoniacale concentrée.

Ce carbure double, d'une densité de 8,41 à 22 degrés, se présente sous forme de grains cristallins gris, d'aspect métallique et très durs. Il ne raye pas le diamant tendre; il n'est pas magnétique.

Il est attaqué par le chlore gazeux vers 400 degrés; il produit des chlorures chromique et tungstique et laisse un résidu de carbone amorphe.

Chauffé sur la lame de platine dans l'air, ou à la pointe du dard bleu du chalumeau à oxygène, sur un fragment de chaux vive, il ne présente aucun phénomène de combustion. Il n'est attaqué ni par l'acide nitrique, ni par l'acide sulfurique, ni par les acides chlorhydrique ou fluorhydrique. L'eau régale n'a pas d'action sur lui. La potasse et les carbonates alcalins en fusion ne l'attaquent qu'avec une extrême lenteur. Sa formule est Tu^2C, $3\,Cr^3C^2$.

Sa dureté remarquable donne à penser que l'addition de tungstène aux aciers chromés pourrait peut-être donner naissance à ce composé et produire en même temps dans ces aciers des propriétés nouvelles et spéciales.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 8, p. 126. *(Comptes rendus de l'Academie des Sciences.)*

Chimie physiologique. — *L'arsenic existe-t-il dans tous les organes de l'économie animale?* Note de M. Armand GAUTIER.

M. Gautier, répondant aux doutes et aux objections élevées contre sa méthode de dosage de l'arsenic dans les tissus organiques (1), cite de nouvelles analyses, et en fait la critique au point de vue des erreurs possibles d'expériences; il confirme l'existence normale d'arsenic dans la glande thyroïde, la peau, les poils, les cheveux, et son absence dans le sang ordinaire.

Mécanique appliquée. — *Sur le télékine.* — Note de M. L. TORRES, présentée par M. Appell.

M. Torres présente à l'Académie un ensemble d'appareils qu'il désigne sous le nom de *télékine*, et destiné à commander de loin la manœuvre d'une machine au moyen d'un télégraphe avec ou sans fil.

Le télékine simple sert à commander seulement un mouvement à un degré de liberté (par exemple celui d'un levier qui tourne autour de son axe); le télékine multiple sert à commander plusieurs mouvements différents.

Le télékine simple est constitué par un appareil télégraphique qui, à chaque signal transmis, fait avancer d'un pas une aiguille qui tourne sur un cadran, comme dans le télégraphe Bréguet, et d'un servomoteur dont les mouvements sont commandés par cette aiguille. On a recours à un servomoteur électrique, et le rôle de l'aiguille se limite à entraîner un ou plusieurs balais, qui glissent sans frottement appréciable sur un disque garni de plots; la position de l'aiguille détermine l'établissement ou l'interruption des contacts qui peuvent avoir lieu entre les balais et les plots, et règle, par ce fait, la marche du servomoteur.

Le télékine multiple commande plusieurs appareils avec une seule ligne de télégraphie sans fil. Pour faire agir chaque signal sur l'appareil voulu et non sur un autre, on met à profit la différence de durée de ces signaux, différence analogue à celle qui existe entre les points et les traits du télégraphe Morse. A cet effet, il y a un appareil, nommé *distributeur*, qui envoie chaque trait dans un circuit γ et chaque *point* dans un circuit α.

En passant dans le circuit γ, le courant fait avancer d'un pas une aiguille C, qui sert de commutateur.

Le courant du circuit α agit chaque fois sur l'un des appareils récepteurs, sur celui qui est en circuit quand le courant passe, et c'est précisément l'aiguille C qui, par sa position, que l'on peut régler arbitrairement, déterminera l'entrée en circuit de tel appareil, à l'exclusion de tous les autres.

Parmi les applications dont le télékine est susceptible, on peut signaler les essais de ballons dirigeables, qui pourraient être réalisés avec une économie très considérable et sans aucun danger pour l'expérimentateur, et la direction des torpilles sous-marines.

Optique. — *Focimètre photogrammétrique pour l'optique microscopique (instrument vérificateur de microscopes).* Note de M. V. LEGROS, présentée par M. Marey.

Cet instrument, combiné par M. Legros et construit par M. Stiassnie, est destiné à transporter, dans la pratique courante des ateliers de construction et des centres d'études microscopiques, les résultats de la méthode exposée par l'auteur à l'académie, le 29 janvier 1900.

L'appareil se compose d'un instrument d'optique horizontal monté sur un pied à axe vertical, muni de vis calantes et d'un cercle gradué, avec vernier. L'instrument d'optique peut tourner autour de cet axe; sa base est constituée par une tige horizontale, sur laquelle coulissent plusieurs manchons, sous l'action de pignons et de crémaillères; leurs déplacements sont mesurés par des verniers. Chaque manchon porte un organe optique : le premier, un microscope avec sa platine; le second, l'objectif à essayer, fixé sur un support capable de déplacements dans tous les sens.

M. Legros décrit la détermination de la distance focale d'un objectif ou d'un oculaire, de leur distorsion, etc., au moyen de cet appareil; en voici le principe : un micromètre est fixé sur la platine, la graduation tournée vers l'objectif, et l'on met au point sur lui l'image, fournie par l'objectif, d'une verticale très éloignée.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XXXVI, n° 7, p. 110; n° 16, p. 254 et t. XLIII, n° 14, p. 222 et n° 15, p. 238. *(Comptes rendus de l'Academie des Sciences.)*

Physique. — *Remarques concernant les relations entre les piles constituées par les mêmes liquides, compris entre deux électrodes différentes ou identiques. Relations entre les piles à plusieurs liquides;* par M. BERTHELOT.

M. Berthelot, poursuivant ses mesures sur les piles électriques (1), cite de nouveaux résultats d'expériences, et conclut qu'il doit y avoir une diversité essentielle entre : les forces électromotrices des éléments de pile à deux électrodes métalliques différentes, lesquelles dépendraient principalement de l'opposition des deux métaux extrêmes, le rôle des contacts entre liquides et métaux étant subordonné, et les forces électromotrices des éléments de pile à électrodes identiques, lesquelles dépendent au contraire des contacts entre un même métal et deux liquides différents.

Il établit de même, tant *a priori* qu'expérimentalement, une relation analogue à celle qui concerne les piles à un liquide, pour les éléments de pile constitués par la réaction de deux liquides contenus dans deux vases différents; et il montre, en outre, comment la force électromotrice d'un élément de pile à deux liquides est liée avec celles des éléments renfermant un seul liquide, les deux électrodes étant supposées différentes entre elles.

A. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 4, p. 62, n° 10, p. 159, n° 11, p. 174. *(Comptes rendus de l'Academie des Sciences.)*

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Construction et exploitation des voies ferrées en campagne. — Dans ses numéros de mai et juin 1903, sous la signature du capitaine du Génie SAUVANET, la *Revue du Génie* vient de publier un intéressant compte rendu d'une expérience de construction et d'exploitation des voies ferrées en campagne. Cette expérience a été faite au camp de Châlons, à l'occasion des manœuvres de forteresse qui ont eu lieu en 1902.

L'opération consistait dans la construction d'une voie s'embranchant sur la ligne de Châlons à Sainte-Menehould, à la station de Cuperly, et permettant d'amener tout le gros matériel d'un parc de siège à une gare à aménager, où ce matériel devait être transbordé sur les véhicules d'une voie étroite du type militaire.

L'installation de cette gare de transbordement était certainement la partie la plus importante et la plus délicate du travail. Elle comprenait principalement : 1° deux voies parallèles de 400 mètres de longueur séparées par un quai de débarquement de 13m 50 de largeur, permettant le garage simultané de deux trains de matériel composés de 50 wagons; 2° deux voies extérieures destinées à la circulation des grues roulantes servant au transbordement du matériel entre la voie normale et la voie étroite.

Ces travaux ont comporté l'exécution de 9382 mètres cubes de terrassements, 2814 mètres de voie posée et ballastée, etc. Il convient d'y ajouter tous les accessoires indispensables : taquets, heurtoirs, clôture, ligne téléphonique, etc.

L'opération, commencée le 16 juin, a exigé vingt-six jours de travail effectif, pendant lesquels la compagnie du Génie chargée de la construction a fourni en moyenne 170 travailleurs, fournissant une tâche journalière de neuf heures.

Les résultats obtenus à Cuperly peuvent servir à déterminer comment une pareille opération serait effectuée en temps de guerre. Il conviendrait de réserver les troupes techniques à l'exécution des travaux spéciaux et particulièrement de la superstructure. L'infrastructure serait exécutée par des troupes auxiliaires, ce qui permettrait d'y appliquer un nombre de travailleurs aussi grand que possible. C'est ainsi qu'à Cuperly, huit cents hommes n'auraient mis que deux jours pour faire les terrassements de la plate-forme.

La pose du ballast, qui a demandé cinq jours pour un développement de près de 3 kilomètres, pourrait être opérée en même temps. A la fin du septième jour, la voie pourrait donc être livrée à l'exploitation

Digitized by Google

pendant que des équipes spéciales parachèveraient le travail en certains points.

Dans le cas d'une voie de raccordement beaucoup plus longue, il n'en résulterait pas une augmentation de temps proportionnelle, si l'on peut consacrer un nombre suffisant de bras à la construction, grâce aux méthodes expéditives en usage.

Ligne de Tsingtau à Tsinanfu (Chine). — La ligne de Tsingtau à Tsinanfu, ainsi que l'embranchement de Tschangtien à Poschan, est actuellement exécutée par la Compagnie des Chemins de fer de Chantoung; sa création est due à l'initiative des capitaux allemands, sans l'intervention d'aucune garantie.

La province de Chantoung, qui a une étendue de 168 000 kilomètres carrés, possède environ 38 millions d'habitants, soit une densité de 230 par kilomètre carré, et même de 280 dans les parties réellement peuplées. On peut donc attendre de cette région, au sol très fertile et dont les habitants sont travailleurs, un trafic important pour le chemin de fer.

Les travaux, inaugurés par le prince Henri de Prusse, en septembre 1899, ont abouti, après diverses péripéties, à la mise en exploitation, en avril 1903, de 240 kilomètres de voie ferrée, c'est-à-dire jusqu'à Tsingtschoufu. On compte atteindre, en septembre, la ville, importante par son commerce de soie, de Tschoutsun, en même temps que la ligne de Tschangtien à Poschan, d'une longueur de 40 kilomètres, sera achevée.

M. Gaedertz, dans une conférence reproduite par les *Annalen für Gewerbe*, du 1er juillet, donne le profil en long et les caractéristiques du tracé de la ligne principale; les rampes dépassent rarement 5 millimètres par mètre.

La voie, normale, en rails d'acier de 10 mètres de longueur pesant 30 kilogr. par mètre, est posée sur traverses métalliques de 2m 40 de longueur, pesant 50 kilogr.; les travaux sont, d'une façon générale, exécutés suivant les types allemands. La multiplicité des cours d'eau rencontrés a forcé d'employer un grand nombre de ponts, la plupart en fer.

Le matériel roulant se compose de locomotives-tender, du type de l'État prussien, à 3/3 ou 3/4 essieux couplés; le premier type pèse 30 tonnes, avec 2 tonnes de charbon et 4 tonnes d'eau; le second pèse 53 tonnes, avec 2 tonnes de charbon et 5,8 d'eau. Un dernier type, de 55 tonnes, à 3/5 essieux couplés et bogie, est destiné aux trains de charbon et aux trains de vitesse les plus chargés. Tous les wagons à marchandises ont une capacité de 15 tonnes et beaucoup sont munis de caisses en fer.

Les wagons de voyageurs sont montés sur bogies, la caisse a 12 mètres de longueur; ils ont été aussi bien ventilés que possible. Les wagons pour Chinois n'ont pas de bancs et sont d'un aménagement primitif.

La plupart des matériaux ont été importés d'Allemagne (sauf les bois, de Corée et d'Amérique), ce qui représente près de 100 000 tonnes de matériel transporté d'Europe en Chine.

L'auteur prévoit l'achèvement de tous les travaux pour l'été 1904, et décrit les avantages économiques qu'on s'attend à voir en résulter.

CONSTRUCTIONS CIVILES

Calcul des constructions en ciment armé. — Les divers constructeurs qui se sont fait une spécialité des travaux en béton armé appliquent au calcul de ces ouvrages des procédés le plus souvent empiriques et qui varient avec leur auteur. Quelque confiance qu'un grand nombre d'applications heureuses permette d'accorder aux principaux systèmes actuellement en usage, il importe à l'Ingénieur qui se trouve en présence de projets concurrents de les soumettre à une vérification uniforme et de les comparer au point de vue de la stabilité.

M. le capitaine du Génie Tricaud expose, dans la *Revue du Génie* (juin 1903), une méthode de calcul permettant cette comparaison et qui présente tout au moins l'avantage d'être plus simple que les procédés préconisés jusqu'ici.

Il admet, comme point de départ, les hypothèses qui ont permis à M. Christophe d'établir des formules relativement simples pour le cas des poutres rectangulaires sans nervures. Il montre ensuite que le cas des poutres à nervures peut se ramener aisément au cas précédent, sans que l'on ait besoin d'employer les formules compliquées établies par M. Christophe.

On sait quel rôle important jouent les hypothèses primordiales dans l'étude théorique du béton armé; c'est même à ce sujet qu'on pourrait le plus facilement chercher noise à ceux qui se sont efforcés d'y appliquer le calcul. Quoi qu'il en soit, on s'accorde assez généralement à admettre que :

1° Une section plane perpendiculaire aux arêtes d'une poutre reste plane dans la flexion;

2° Le travail du fer et du béton comprimé est proportionnel aux déformations;

A quoi M. Tricaud, après M. Christophe, ajoute que:

3° La résistance du béton à la traction est négligeable.

C'est cette dernière hypothèse qui est la plus favorable à la simplification des formules.

Les formules obtenues, malgré tout, sont encore assez compliquées pour qu'il soit pénible de les appliquer directement à la vérification d'un projet; mais M. le capitaine Tricaud montre qu'on peut établir, à l'avance et une fois pour toutes, un tableau graphique des principales fonctions variables (telles que le pourcentage, etc.) entrant dans les relations. Grâce à ce tableau, qui fournit presqu'instantanément les coefficients numériques dont on a besoin, le calcul se trouve sensiblement réduit et dégagé de toute difficulté pratique. La méthode de M. Tricaud présente à ce point de vue un réel intérêt.

ÉLECTRICITÉ

Les usines électriques de la Compagnie de Pueblo. — L'*Electrical Review*, du 13 juin, décrit les installations de la Pueblo Traction and Lighting Co. L'usine principale, à vapeur, est au centre de Pueblo; elle contient cinq machines de 2 700 chevaux en tout, et produit du courant continu à 550 volts. Elle alimente 42 kilom. de voies et distribue la lumière et la force dans la ville. Les développements projetés comportent la création de trois usines hydrauliques dont l'une est déjà en service. Cette usine comprend quatre génératrices triphasées de 400 kilowatts, à 600 volts, actionnées par roues Pelton à 450 tours, et deux génératrices à courant continu de 30 kilowatts à 675 tours, qui servent d'excitatrices.

L'eau est amenée aux turbines par une conduite forcée, partie en bois armé, partie en acier.

La tension est élevée à 12 600 volts par des transformateurs et le courant est envoyé à la sous-station de Victor (12 kilom.) où il est transformé et distribué à 4 fils (4 × 115 volts) sous forme de courant alternatif pour la lumière, et converti en courant continu par un groupe de 120 kilowatts pour la traction.

HYDRAULIQUE

Forces hydrauliques du versant nord des Alpes. — Les puissantes réserves d'énergie hydraulique contenues sur le versant nord des Alpes intéressent particulièrement l'industrie allemande, comme le remarque M. Oskar von Miller, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 11 juillet.

Les cours d'eau de ce versant appartiennent aux bassins du Rhin et du Danube, et l'on y dispose déjà de 350 000 chevaux, sans compter les chutes qui restent à aménager.

La superficie du versant septentrional est de 100 000 kilomètres carrés environ, dont 30 °/₀ en Bavière, 30 °/₀ en Suisse, et 40 °/₀ en Autriche. Une étude méthodique, faite depuis 1899 par les ordres du Gouvernement, sur le territoire bavarois, a donné comme résultats une puissance brute de près de 2 millions de chevaux, dont 700 000 seraient utilisables. Le débit moyen sur lequel est basé ce calcul est celui dont on pourrait disposer pendant 9 mois par an.

M. von Miller reproduit, dans une carte et dans un tableau détaillé, l'indication des débits et des chutes que l'on rencontre sur chaque section des cours d'eau. Il conviendrait d'établir les mêmes renseignements pour les territoires suisse et autrichien; l'examen sommaire du relief du sol permet d'estimer que la puissance brute totale pourrait être voisine de 6 millions de chevaux, et la puissance utilisable 2,5 à 3 millions de chevaux.

L'utilisation actuelle de ces richesses est encore restreinte : environ 75 000 chevaux en Bavière, 350 000 chevaux dans l'ensemble du bassin. L'auteur cite les installations les plus remarquables, généralement des usines électriques, qui y participent. Il ajoute quelques renseignements sur les dépenses occasionnées par l'installation de huit usines, de puissances diverses, et utilisant des chutes variant de 2 à 300 mètres. Selon lui, les usines utilisant de fortes chutes ou de grands débits sont seules avantageuses, et il convient de modifier les cours d'eau dont on dispose pour leur donner l'une ou l'autre de ces qualités.

Barrages sur la Vienne, à Weidlingau. — Les travaux de régularisation de la Vienne ont été complétés utilement, en 1900, par la construction, près de Weidlingau, de barrages destinés à modérer et à dériver le cours de la rivière pendant les crues, ainsi qu'à arrêter les bois entraînés par le courant.

L'installation définitive se compose d'une grille importante en fer, située à peu près parallèlement à la direction générale du courant, et d'un radeau en bois, achevant de barrer obliquement la rivière, appuyé d'une part sur l'extrémité de la grille et amarré d'autre part sur la rive gauche de la rivière.

La grille est composée de 7 travées, dont l'ossature comprend des chevalets triangulaires en fer, au nombre de 8 principaux et 43 secondaires. Les intervalles des chevalets sont remplis par des tiges de fer surmontées de hausses mobiles en bois.

Cette grille a 48 mètres de longueur. Son extrémité, du coté de la rivière, est spécialement consolidée par des fermes supplémentaires, qui reçoivent la poussée du radeau et portent les chemins de roulement verticaux qui permettent à celui-ci de suivre les fluctuations du niveau des eaux. Le radeau, d'une longueur de 21 mètres, est construit en bois avec ferrures et armatures de tiges verticales en fer plongeant à 1m 50 dans l'eau et arrêtant tous les débris qui circuleraient même à cette profondeur.

L'installation est complétée par un bâtiment de garde, muni d'un flotteur automatique d'alarme, et communique téléphoniquement avec les postes voisins. L'éclairage se fait par le gaz de pétrole.

Les fondations de la grille sont en béton, armé de fers ronds; un radier de 0m 40 a même été établi, par mesure de sécurité, sur une grande surface derrière la fondation proprement dite. L'ensemble de ces travaux a nécessité l'emploi de 2 100 mètres cubes de béton et 56 mètres cubes de maçonnerie de moellons.

La dépense totale s'est élevée à 160 000 couronnes, dont 71 500 pour la partie métallique et 67 800 pour les fondations.

La *Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur-Vereines*, du 31 juillet, donne la description détaillée de ce barrage.

L'étude des installations hydro-électriques. — M. A.-D. Adams publie, dans l'*Electrical Review*, du 23 mai, un article où il résume, sous forme générale, les dispositions adoptées dans les principales usines hydro-électriques américaines.

Avec les turbines horizontales directement accouplées aux dynamos, le sol de la salle des machines est ordinairement au niveau des turbines; avec une commande par cordes ou courroies, on élève généralement la salle des dynamos au-dessus de celle des turbines.

Lorsque les turbines sont à axe vertical, l'accouplement direct est le plus recommandable, et comme le rendement maximum correspond à 75 °/₀ environ de la vitesse théorique de l'eau, on se trouve souvent conduit à monter sur le même arbre deux ou quatre turbines pour obtenir une vitesse qui corresponde à une dynamo économique.

Après un certain nombre de renseignements relatifs à la position du bâtiment, à la hauteur intérieure, aux matériaux de construction à employer, l'auteur rappelle que les transformateurs-élévateurs doivent être séparés des groupes générateurs, et placés, si possible, dans un local distinct. Il entre ensuite dans quelques détails au sujet du canal d'amenée et du canal de fuite. Il donne enfin un tableau des principales stations américaines, avec indication, pour chacune d'elles, de l'espace occupé et de la puissance installée.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Calcul des poutres en béton armé à armature double. — M. von Emperger, dans le *Beton und Eisen*, (n°s 3 et 4 de 1903), fait la théorie de la double armature métallique dans les poutres en béton armé, après avoir rappelé qu'en pratique les constructeurs opèrent à cet égard assez diversement.

Il passe en revue les essais pratiqués à différentes occasions pour l'étude expérimentale de la résistance de ces poutres, notamment ceux :

De M. P. Christophe, à Terneuzen; de M. C. Guidi, à Turin; de M. A. Sanders, à Amsterdam; de M. Schüle, à Zürich; de Tutein-Nolthenius, à Amsterdam; de MM. Coignet et Todesco, à Asnières; de l'Institute of Technologie, de Boston.

L'auteur reproduit la plupart des diagrammes relatifs à ces essais et en conclut qu'on peut calculer la

Digitized by Google

charge de rupture relative à ces poutres comme celle d'une dalle à simple armature, ce qui simplifie notablement le travail; il rappelle également les principes posés par M. Considère sur le travail des pièces en béton fretté (1).

Cette étude est complétée par un court examen de la résistance à l'écrasement de blocs en béton armé, de trois types différents, d'après les essais de l'auteur.

MÉTALLURGIE

Explosions de hauts fourneaux par suite de précipitation des charges. — M. Osann, revenant sur la communication de M. Schilling à l'Association des métallurgistes allemands, relative aux explosions de hauts fourneaux par suite d'obstructions (2) expose dans le *Stahl und Eisen*, du 1er juillet, ses opinions sur ce sujet.

Il discute l'explication donnée, de la combustion du charbon divisé, qui, en passant à l'état gazeux, double de volume, ce qui constituerait une véritable explosion de poussières.

Ces explosions de poussières sont bien connues dans plusieurs industries : meunerie, fabrication de la poudre, mines de houille. M. Osann examine dans quels cas elles peuvent se produire, et cherche à prouver que les conditions thermo-chimiques, dans les hauts fourneaux, ne peuvent permettre la production de semblables phénomènes.

Ces explosions auraient des causes d'ordre purement physique et mécanique, la force d'expansion des gaz déplacés par la chute des matières tombant dans le vide de la cuve au moment où cesse l'engorgement.

M. Osann calcule, pour l'explosion survenue à Seraing et citée par M. Schilling, le travail produit et la quantité d'énergie mise en jeu dans la chute; il décrit, en terminant, les divers genres d'obstruction qu'il a pu observer et leurs conséquences.

NAVIGATION

Projet de canal du Danube à l'Oder. — La partie du canal à écluses qui doit relier le Danube à l'Oder, comprise entre Vienne et Prerau, est aujourd'hui étudiée dans ses lignes principales, tandis que le reste du projet est subordonné aux résultats du concours, récemment organisé par le ministère du Commerce, d'ascenseurs pour bateaux (3).

Une dérivation, de Prerau à Olmütz, qui constitue l'amorce d'une jonction du canal avec l'Elbe, doit être construite en même temps.

Le tracé du canal se sépare du Danube à son origine, un peu au-dessus de Vienne, et suit la ligne de chemin de fer Vienne-Brünn jusqu'à la vallée de la Thaya; il franchit cette rivière et se dirige sur la ville de Göding, et de là vers Prerau, en restant à peu près parallèle aux voies ferrées. La longueur totale est de 182km 2 entre Vienne et Prerau et 22km 5 de Prerau à Olmütz, soit 204km 7, dont 80km 2 en Basse-Autriche et 124km 5 en Moravie.

L'*Oesterreichische Wochenschrift*, du 18 juillet, indique la nature des terrains que rencontreront les travaux, et les ouvrages destinés à l'alimentation en eau. Des tableaux renferment le détail des écluses et des biefs, les garages, les croisements prévus avec les voies ferrées.

Il y aurait 261 ouvrages, comprenant : 15 passages supérieurs et un passage inférieur de chemins de fer; 53 passages supérieurs et un passage inférieur de routes; 62 passages supérieurs et 5 inférieurs de chemins; 8 aqueducs, etc.

Les passages supérieurs auront normalement une portée de 36m 80.

Grues de ports à commande électrique. — Les grues sont actuellement, dans les ports, les engins les plus actifs pour la manutention des matières légères, et depuis l'application que leur fit Armstrong, en 1857, de l'eau sous pression, leur emploi s'est partout répandu.

La *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur-Vereines*, du 17 juillet, compare les systèmes usuels : grues hydrauliques, à vapeur, ou à vapeur empruntée à une usine centrale, et décrit spécialement les grues électriques actuelles.

Chaque mouvement est presque toujours commandé par un moteur distinct; le moteur de levage actionne le tambour avec une double réduction de vitesse. Le montage de l'appareil sur portique, avec voie ferrée au-dessous, est employé très fréquemment et utilise bien toute la surface du quai.

On trouvera, dans cet article, divers exemples de types construits en Allemagne, avec leurs caractéristiques les plus intéressantes.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Rendement des chaudières. — L'*Electrical Review*, du 13 juin, reproduit un mémoire de M. A. Bement dans lequel il étudie comparativement le rendement de 4 chaudières multitubulaires, de 400 à 600 chevaux. Il examine séparément le rendement de la chaudière et celui du foyer. Le rendement des diverses chaudières se compare par la différence de température des gaz chauds à l'entrée et à la sortie du faisceau tubulaire. L'auteur a d'ailleurs étudié par des mesures directes la relation entre la température à l'entrée et celle à la sortie, et montré que cette dernière est pratiquement constante. Ces résultats font clairement ressortir l'importance d'un foyer à bon rendement.

Il étudie ensuite la chute de température dans les diverses parties de la chaudière, montre l'importance des écrans, fait ressortir l'utilité de la garniture réfractaire de la première rangée de tubes, et examine enfin un appareil de chauffe automatique, à grille-chaîne, dont le défaut principal est de laisser subsister une rentrée d'air à l'extrémité.

Avec la garniture réfractaire, l'auteur a pu obtenir une vaporisation de 20kg 3 par mètre carré de surface de chauffe, tout en laissant les gaz s'échapper à une température de 51 degrés seulement au-dessus de la vapeur.

Le mémoire se termine par deux diagrammes qui expriment les pertes dans le foyer et dans la chaudière, en fonction des divers éléments de la marche (pourcentage de combustible dans les cendres, proportion d'oxyde de carbone, produits volatils distillés, excès d'air, quantité d'eau évaporée par unité de surface de chauffe).

Usine à gaz de Mariendorf, près de Berlin. — L'Imperial Continental Gas Association, qui participe à l'éclairage au gaz de Berlin et de sa banlieue sud, procède à la construction d'une importante usine située à Mariendorf, et destinée à subvenir, dans un rayon moyen de neuf kilomètres, aux besoins d'une agglomération sans cesse croissante. On a pu disposer d'un emplacement favorable, desservi par la voie ferrée (ligne de Berlin à Dresde) et par le canal de Teltow, qui permet de transporter à bon compte les charbons d'Angleterre et de Silésie.

Les récentes améliorations dans la fabrication du gaz (manutention mécanique et fours donnant un meilleur rendement du combustible) ont naturellement été mises à profit. Chaque atelier dispose d'un espace vaste et bien défini, tandis que les produits suivent une route méthodique qui leur assure le minimum de déplacements.

Chaque atelier de fours à cornues doit traiter, d'avril à novembre, 80 000 tonnes de charbon, dont 35 000 passent immédiatement dans les fours et 45 000 sont mises en stock.

Chaque parc a une capacité de 50 000 tonnes, soit, pour l'usine entière, 500 000 tonnes représentant une valeur de 10 millions de marks.

Ces quantités considérables de charbon sont déchargées par six grues mobiles sur rails, desservant six bateaux à la fois, soit 600 tonnes à l'heure. Un transport mécanique continu relie le port du canal aux ateliers des fours et aux parcs à charbon. Ceux-ci sont découverts, et le charbon y est mis en stock par tas réguliers, longs et étroits.

Les fours comportent chacun neuf cornues inclinées; il y en a, dans chaque atelier, deux batteries se tournant le dos; les cheminées sont placées dans l'intervalle médian. La halle de chargement des foyers occupe le sous-sol, au-dessous de la halle de déchargement des cornues. Le coke est évacué par deux transporteurs de Brouwer et remonté jusqu'à deux réservoirs, qui ont la capacité suffisante pour contenir la production de la nuit. Le coke est ensuite concassé, trié et chargé directement dans les wagons, ou conduit, au moyen de deux passerelles, aux tas voisins, en attendant l'expédition.

M. Körting, dans la *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingénieur*, du 25 juillet, fait l'éloge de ces dispositions; il décrit aussi les autres ateliers, épurateurs, salle de chaudières, etc., qui n'offrent d'intérêt que par leurs dimensions, ainsi que les gazomètres, d'une contenance de 150 000 mètres cubes chacun.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, nos 1 à 9.
(2) Voir le *Genie Civil*, t. XLIII, n° 12, p. 192.
(3) Voir le *Genie Civil*, t. XLIII, n° 13, p. 208.

Ouvrages récemment parus.

Traité de la condensation, par F.-J. Weiss, traduit de l'allemand par E. Hannebicque, Ingénieur au Creusot. — Un volume grand in-8° de 528 pages, avec 117 figures. — Ve Dunod, éditeur, Paris, 1903. — Prix : broché, 20 francs; cartonné, 21 fr. 50.

L'industrie française ne semble pas aussi nettement décidée que celle de plusieurs nations, l'Allemagne notamment, à appliquer la condensation centrale aux grandes usines à vapeur. L'ouvrage de M. Weiss est destiné à fournir des renseignements techniques et économiques aussi complets que possible sur cette question et à permettre d'en étudier l'application en toute connaissance de cause.

Dans les premiers chapitres, l'auteur met au point, en les coordonnant, les connaissances actuelles relatives à la condensation par mélange et à la condensation par surface, soit à circulation parallèle, soit à circulation méthodique. Dans un chapitre suivant où l'utilité de la condensation, au point de vue économique, est nettement établie avec exemples à l'appui, il indique une méthode basée sur la pratique qui permet d'établir les cylindres de toutes les machines marchant à condensation.

Puis, suivent tout naturellement des développements relatifs à la régulation des machines à condensation et aussi ceux relatifs à un système de distribution imaginé spécialement pour la marche à condensation.

L'auteur indique ensuite les moyens de donner au vide à l'intérieur d'un condenseur la plus grande stabilité possible; il s'étend à ce propos sur les conditions d'établissement et le fonctionnement d'appareils tout récemment imaginés — les accumulateurs à eau froide — dont l'emploi est appelé à rendre de grands services toutes les fois que l'on se trouvera en présence d'une consommation de vapeur très variable (machines de laminoirs, de mines, de stations centrales pour tramways, etc.).

L'ouvrage se termine par des considérations relatives au refroidissement artificiel, au moyen de l'air, de l'eau employée d'une façon continue à produire la condensation.

Vorlesungen über Statik der Baukonstruktionen und Festigkeitslehre, (tome Ier), par Georg Mehrtens, professeur à l'École supérieure technique de Dresde. — Un volume grand in-8° de 425 pages avec 377 figures. — Engelmann, éditeur, Leipzig, 1903. — Prix : broché, 20 marks; relié, 21 marks.

Cet ouvrage, dont l'ensemble est destiné à comprendre les cours professés par l'auteur pendant trois années, constitue une étude d'ensemble de la statique des ouvrages métalliques et de leurs conditions de résistance.

Le volume déjà paru renferme la théorie générale de la statique, exposée en quatre chapitres :

Les éléments de constructions, les propriétés des matériaux (résistance, élasticité, etc.) les poutres et piliers avec leurs propriétés caractéristiques, les liaisons funiculaires, font l'objet du premier chapitre, qui se termine par un historique des progrès de la théorie mécanique des constructions, surtout au cours du siècle dernier.

Le second chapitre est consacré aux forces extérieures et à leur composition, soit dans un plan, soit dans l'espace; à l'étude des moments et des résultantes de toutes les forces qui peuvent être appliquées à un système de points matériels. Le troisième concerne les forces intérieures aux systèmes, soit rigides, soit déformables, à deux et à trois dimensions (méthode de Henneberg, méthode de Mohr, etc.),

Enfin, dans le quatrième chapitre, l'auteur étudie les efforts développés dans les barres et la solution, par la statique graphique, de tous les problèmes concernant la détermination de ces efforts, suivant le mode d'application des forces intérieures ou extérieures.

L'Année photographique, 1902, par Albert Reynier. — Un volume in-12 de 260 pages, avec figures. — Ch. Mendel, éditeur, Paris, 1903. — Prix : 3 fr.

Le Gérant : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 17 N° 1106. Samedi 22 Août 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro :** 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Agriculture** : État actuel du labourage électrique, p. 257; Émile Guarini. — **Métallurgie** : Recherches sur les aciers au manganèse, p. 261; Léon Guillet. — **Chimie industrielle** : Sucrerie de Ketzin, près de Berlin *(planche XVII)*, p. 264. — **Physique industrielle** : Éclairage des voitures de chemins de fer au moyen de l'incandescence par le gaz, p. 265. — **Jurisprudence** : Les accidents du travail dans les industries multiples, p. 268; Louis Rachou. — **Variétés** : Nouveaux raccords pour tuyauterie, p. 268; — Presse-étoupe à garnitures métalliques, p. 269; — Appareil pour le dosage du soufre dans le fer et dans l'acier, p. 269.

Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (10 août 1903), p. 270. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 270; — Ouvrages récemment parus, p. 272. — Informations : Le remorqueur *Goliath*, p. 272; — Distinctions honorifiques, p. 272; — Varia, p. 272.

Planche XVII : Sucrerie de Ketzin, près de Berlin.

AGRICULTURE

ÉTAT ACTUEL DU LABOURAGE ÉLECTRIQUE

De tous les travaux des champs, c'est le labourage qui consomme le plus de force. C'est aussi celui pour lequel la nécessité du travail mécanique se fait le plus sentir, à en iuger par l'extension qu'ont prise les charrues à vapeur.

Toutefois, ces dernières présentent de sérieux inconvénients économiques et pratiques : elles nécessitent le transport à travers champs de l'eau et du combustible pour alimenter la locomobile; cette dernière, d'autre part, est, par son poids, d'un transport difficile pour peu que le terrain ne soit pas très ferme ou présente des ondulations.

C'est pour remédier à ces inconvénients que l'on a songé de bonne heure à utiliser l'électricité pour le labourage. L'énergie électrique se transporte, en effet, instantanément à de grandes distances et ne nécessite pour son utilisation que des moteurs relativement légers.

Des tentatives nombreuses ont toutefois dû être faites avant d'obtenir des résultats et des dispositifs pratiques. C'est ainsi qu'on songea à placer un moteur électrique sur la charrue proprement dite; l'excès d'adhérence au sol et l'usure rapide des câbles condamnaient ce système. On tenta aussi, mais infructueusement, de faire traîner la charrue par une automobile électrique. C'est alors qu'on eut recours au système à traction directe dans lequel le moteur est fixe, mais, par l'intermédiaire d'un câble ou d'une chaîne, fait mouvoir la charrue d'un côté à l'autre du champ. Le moteur se déplace perpendiculairement aux sillons et est raccordé au circuit principal par un câble porté sur des poteaux mobiles.

Nous n'entrerons pas dans le détail de toutes les formes de construction qui ont été essayées; nous nous bornerons à citer la « labourreuse » de M. Taillade, la charrue à touage de Zimmermann qui a été décrite dans le *Génie Civil* (1), et la charrue à traction directe et à double treuil de Félix et Chrétien, à Sermaize, qui, dès 1879, ouvrit la voie aux systèmes modernes.

Parmi ceux-ci nous signalerons d'abord le système de la Société « Hélios », de Cologne. Il comporte deux types, celui à un moteur et celui à deux moteurs.

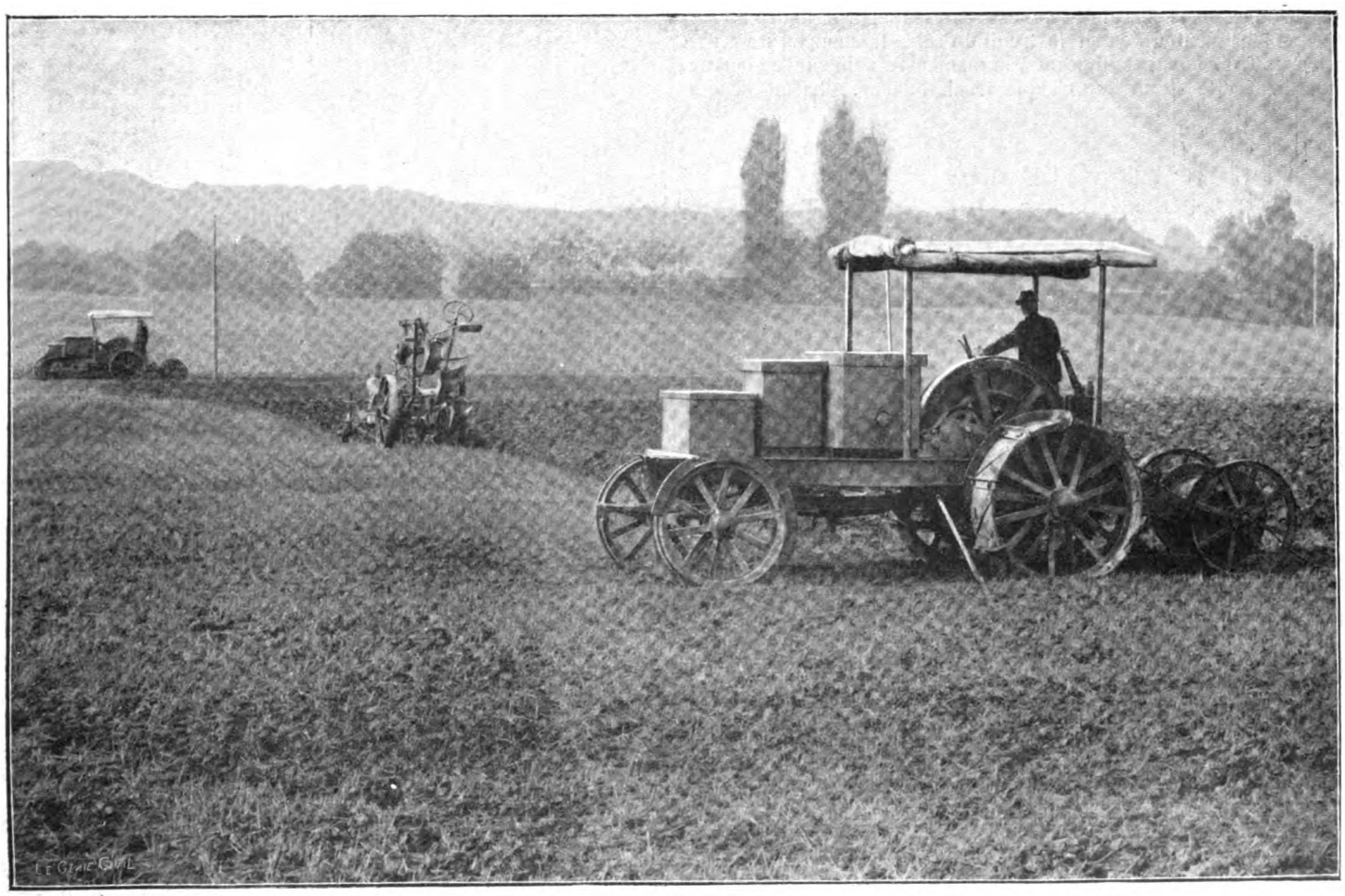


Fig. 1. — Labourage électrique : Fonctionnement du système Siemens et Halske, à deux trucks moteurs.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVI, n° 26, p. 411.

Digitized by Google

Le premier est destiné au labourage en terrain plat et meuble. Il se compose d'un truck moteur, comportant un moteur électrique et un treuil, et d'un truck à ancres placé à la limite opposée à celle où se trouve le truck moteur; la charrue proprement dite fait la navette entre les deux, grâce à un câble passant sur une poulie à gorge fixée au chariot à ancres.

Le type à deux moteurs, destiné au labourage en terrain accidenté et compact, se différencie du précédent par le second truck moteur qui occupe la place des ancres. La charrue est traînée alternativement par l'un et par l'autre treuil.

La Société d'électricité « Union », de Berlin, exploite un système à deux moteurs. La charrue proprement dite et les trucks moteurs sont de la fabrication de la Société Eckert, la partie électrique est montée par la Société « Union ». Les deux trucks moteurs sont munis de treuils et de câbles pour une longueur de sillon pouvant atteindre 500 mètres. Chacune des voitures est munie d'un moteur fermé hermétiquement et pourvu d'appareils de démarrage. Suivant les besoins, les moteurs actionnent les treuils pour le déplacement de la charrue ou les roues de la voiture pour la propulsion.

La maison A. Borsig, de Berlin, construit une charrue électrique du système à un moteur. Le truck de commande est pourvu d'un moteur triphasé de 40 chevaux et des appareils nécessaires au déplacement et au fonctionnement. Le truck à ancres est pourvu d'un tambour, autour duquel s'enroule le câble de traction. Les quatre ancres sont suspendues à une petite grue. Quand la charrue se dirige vers le moteur, le brin mou du câble de traction actionne un engrenage qui relève les ancres et fait avancer le truck résistant jusqu'au sillon suivant.

C'est également le système à deux moteurs qui est préféré par la Société Siemens et Halske, comme on le voit sur la figure 1, où la charrue proprement dite est à mi-chemin entre les deux trucks moteurs. On y remarque aussi les roues à éperons destinées à donner de la stabilité sur le terrain. Les détails du treuil se voient sur les figures 2 et 3. A l'arrière se trouve un dévidoir sur lequel est enroulé le câble amenant le courant et qui est représenté sur la figure 4.

Le moteur peut actionner le treuil du câble tracteur ou les roues du truck. Trois hommes suffisent à la manœuvre : un sur la charrue proprement dite et un sur chaque truck moteur. Chacun de ces

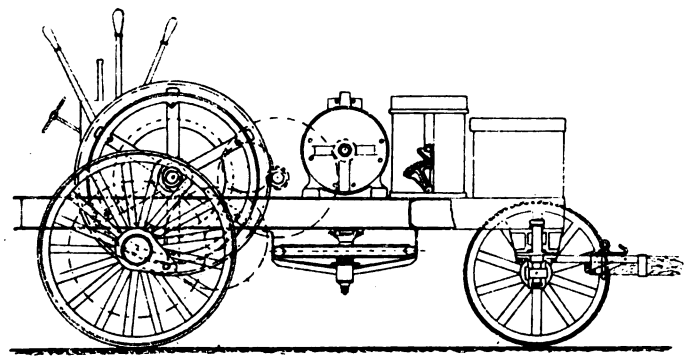


Fig. 2. — Treuil moteur pour labourage électrique.

conducteurs peut, sans que la charrue soit arrêtée, actionner le treuil ou la charrue.

On reproche à cette charrue son poids assez considérable.

La Société Schückert, de Nuremberg, est de celles qui se sont le plus occupées de la question du labourage électrique. Dès 1895, elle fit des essais avec le système Dolberg à deux moteurs. Le treuil était actionné par l'intermédiaire d'une courroie. Le tout reposait sur deux petits wagonets circulant sur une voie ferrée déplaçable. Un dispositif spécial permettait de déplacer toute la machine en avant et en arrière au moyen du moteur et du treuil. Les essais furent faits avec du courant triphasé provenant d'une station centrale distante de plusieurs kilomètres.

La maison Schückert chercha à perfectionner ce système et, en 1897, adopta le système Brutschke, sur lequel nous allons donner quelques détails.

Comme dans la plupart des autres systèmes que nous avons passés en revue, la charrue proprement dite est à bascule et à plusieurs socs. La traction se fait par câble. Le système peut employer un ou deux moteurs. Le châssis du truck à ancres (fig. 5) est en fer et porté par quatre roues larges et fortes. Il porte une glissière parallèle aux essieux; dans celle-ci glisse un cadre portant en dessous la poulie qui sert à guider le câble. Celle-ci peut, par conséquent, être déplacée dans le sens de la traction du câble. Du cadre part une chaîne courte et solide, rattachée à l'ancre qui est à griffes multiples et suspendue à un palan fixé sur le train.

Le câble qui traîne la charrue est tiré par un des tambours du treuil, passe sur la poulie du truck à ancres et revient au second tambour. Le truck résistant sert de point d'appui lorsque la charrue se dirige vers lui. Le déplacement du cadre de la glissière vers le moteur, déplacement produit par la traction du câble, se reporte par la chaîne à l'ancre et contribue à enfoncer celle-ci dans la terre.

Lorsque la charrue se dirige, au contraire, vers le moteur, le truck résistant est déchargé. La rotation de la poulie, déterminée par le passage du câble, est alors utilisée pour retirer l'ancre de la terre, ce qui fait glisser le cadre en arrière, et pour faire avancer le truck résistant vers le sillon suivant. Ce dernier mouvement s'obtient par l'enroulement d'un câble léger ancré à son extrémité. Ces deux mouvements sont complètement automatiques, grâce au déplacement de deux leviers.

Le truck moteur est représenté sur la figure 6. Il porte l'électromoteur et deux tambours.

Le moteur triphasé est alimenté par un câble de 500 à 1 000 mètres, ordinairement porté par deux supports situés à l'extrémité postérieure du véhicule. Le mouvement rotatif de l'électromoteur se transmet par un arbre intermédiaire, sur lequel sont montés différents embrayages correspondant à l'un ou à l'autre tambour, ou à un engrenage destiné au déplacement du truck moteur. Ce dernier porte, outre une caisse à outils, un interrupteur et un commutateur pour changer le sens de la rotation ou couper le courant; enfin, une résistance régulatrice pour modérer la vitesse du moteur et, par suite, celle de la charrue.

La charrue proprement dite est analogue aux charrues à bascule employées pour le labourage à vapeur. Pendant qu'elle exécute son mouvement de bascule, le truck moteur se déplace pour le sillon suivant.

Lorsque l'on emploie deux trucks moteurs, la partie mécanique est simplifiée par suite de la suppression du second tambour.

Avec le système à un seul truck moteur, la longueur du sillon est limitée à 300 ou 350 mètres, tandis qu'elle comporte 400 à 500 mètres avec le système à deux machines.

Lorsqu'on travaille un terrain en dos d'âne, le système à une seule machine nécessite la présence d'un homme sur la hauteur pour suivre

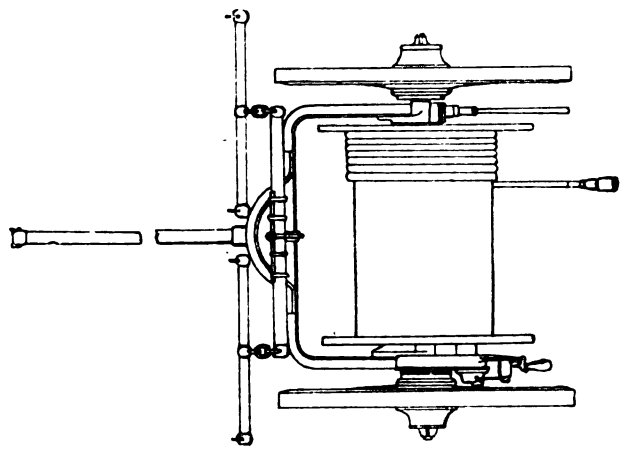


Fig. 3. — Tambour du câble.

des yeux la marche de la charrue et faire les signaux voulus. En temps de brouillard, il faut, pour éviter que la charrue ne heurte le truck à ancres, labourer à demi-vitesse lorsqu'on approche de ce point.

Le travail fourni par le système à une machine est naturellement un peu inférieur à celui fourni par le système à deux machines. D'autre part, ce système peut souvent travailler là où le terrain n'est pas assez résistant pour supporter le poids du système à deux moteurs.

Pour la mise en place, le système à une machine est naturellement peu commode par suite du temps nécessaire au placement du câble tracteur, mais il a l'avantage de ne nécessiter l'établissement de conducteurs électriques que pour un seul moteur; le tambour de câble nécessaire dans le système à deux moteurs peut par suite être supprimé.

En somme, le système à un seul moteur mérite la préférence pour les exploitations moyennes en terrain uni, grâce à ses moindres frais d'acquisition et à son service plus facile; le système à deux moteurs se recommande pour les grandes exploitations en terrain accidenté.

Nous ne nous occuperons pas ici de la charrue électrique de Förster, ni de celle du colonel Bussière qui fonctionna jadis en Algérie, ni de celle de Ben-Sala pour le labourage des vignobles. Ces appareils ont généralement été abandonnés à cause de leur manque de stabilité, de leur poids et d'autres défauts incompatibles avec la pratique.

Le système de la Société « Hélios » est employé dans diverses exploitations, notamment dans la ferme de « Quednau » (Allemagne), où il permet de réaliser une grande économie de chevaux. Cette charrue travaille avec deux moteurs; lorsque la terre est dure et que la couche à labourer atteint 36 centimètres d'épaisseur, la force motrice nécessaire est de 60 chevaux effectifs au maximum.

Digitized by Google

La superficie de cette exploitation est de 181 hectares. L'électricité y est employée à une foule d'autres usages. La station centrale est pourvue de machines à vapeur actionnant des dynamos à courant continu.

Pour le labourage, la tension du courant est de 550 volts. Le courant est amené au moteur par des conducteurs nus portés sur des mâts avec isolateurs.

De tous les systèmes, celui de Brutschke semble être le plus répandu. Nous laisserons de côté les essais dont il a été l'objet pour ne nous occuper que des installations où il est employé.

On peut citer d'abord celle du domaine de Marschwitz, près de Breslau. Le courant est produit par la force hydraulique et éventuellement par la vapeur.

Deux turbines installées au moulin de Marschwitz peuvent produire ensemble une force de 100 chevaux. Mais leur rendement est parfois modifié par le changement de niveau de l'eau. Une locomobile compound Wolf de 60 chevaux supplée en ce cas à leur insuffisance. Les génératrices comportent deux alternateurs triphasés actionnés au moyen de courroies, soit par les turbines, soit par la machine à vapeur. Elles fournissent 24,5 ampères sous 1 500 volts.

L'énergie électrique obtenue est employée aux usages les plus divers dans la métairie. Un circuit spécial part de la station primaire, fait une boucle dans les champs et revient à la station centrale après avoir alimenté un moteur de 15 chevaux pour une machine à battre le blé, et un moteur de charrue électrique d'une force de 50 chevaux. Le circuit en boucle a été adopté parce que les champs se trouvaient en cercle autour d'une autre propriété. D'ordinaire, les conducteurs rayonnent de la station centrale. Le moteur de la charrue est directement alimenté de courant à haute tension sans transformation préalable.

Une installation analogue à la précédente existe dans les propriétés du comte Lagos Batthyany, à Ikervar, en Hongrie.

L'alternateur triphasé est actionné par un moteur à courant continu à haute tension. Ce courant à haute tension est à son tour produit à grande distance au moyen de forces hydrauliques et utilisé dans les localités de Steinamanger, Sarvar et Ikervar.

Contrairement à ce qui se fait à Marschwitz où la tension est réglée à la main, ce réglage se fait ici automatiquement. Le service du machiniste est allégé d'autant.

L'installation de labourage est au surplus entièrement semblable à celle décrite précédemment.

L'installation du domaine de Catlenbourg est intéressante parce qu'on y a mis à profit la force laissée disponible par un moulin existant depuis longtemps. Pour utiliser cette force, on installa une turbine de 70 chevaux et on établit une station centrale qui fournit la force motrice et l'éclairage à toute l'installation. Comme les distances à franchir étaient considérables, on a choisi le courant triphasé à 1 000 volts. Dans les bâtiments, cette tension est réduite pour l'usage, mais elle est employée directement pour le labourage. La charrue à deux moteurs a été fournie par la Société Schückert. Le courant est amené à la charrue par un câble transportable de 400 mètres de longueur enroulé sur un tambour. Il existe ainsi quatre trucks avec câble; l'un sert à relier les trucks moteurs, deux autres raccordent ceux-ci aux conducteurs fixes. On peut, par suite, labourer à 800 mètres de ces derniers. Tous les leviers sont disposés près du conducteur de chaque treuil. Les trucks moteurs sont pourvus, pour les signaux, d'un cornet pneumatique.

Comme la force hydraulique se perdait pendant la nuit, on essaya de labourer aussi la nuit. La chose fut plus aisée qu'avec la machine à vapeur, par suite de la plus grande simplicité du travail des machinistes. Ces derniers n'ont pas, en effet, à entretenir le feu, à surveiller le niveau de l'eau et, surtout, ils ne sont pas aveuglés par le feu de la chaudière; ils sont donc mieux en état de conduire et de surveiller leur machine.

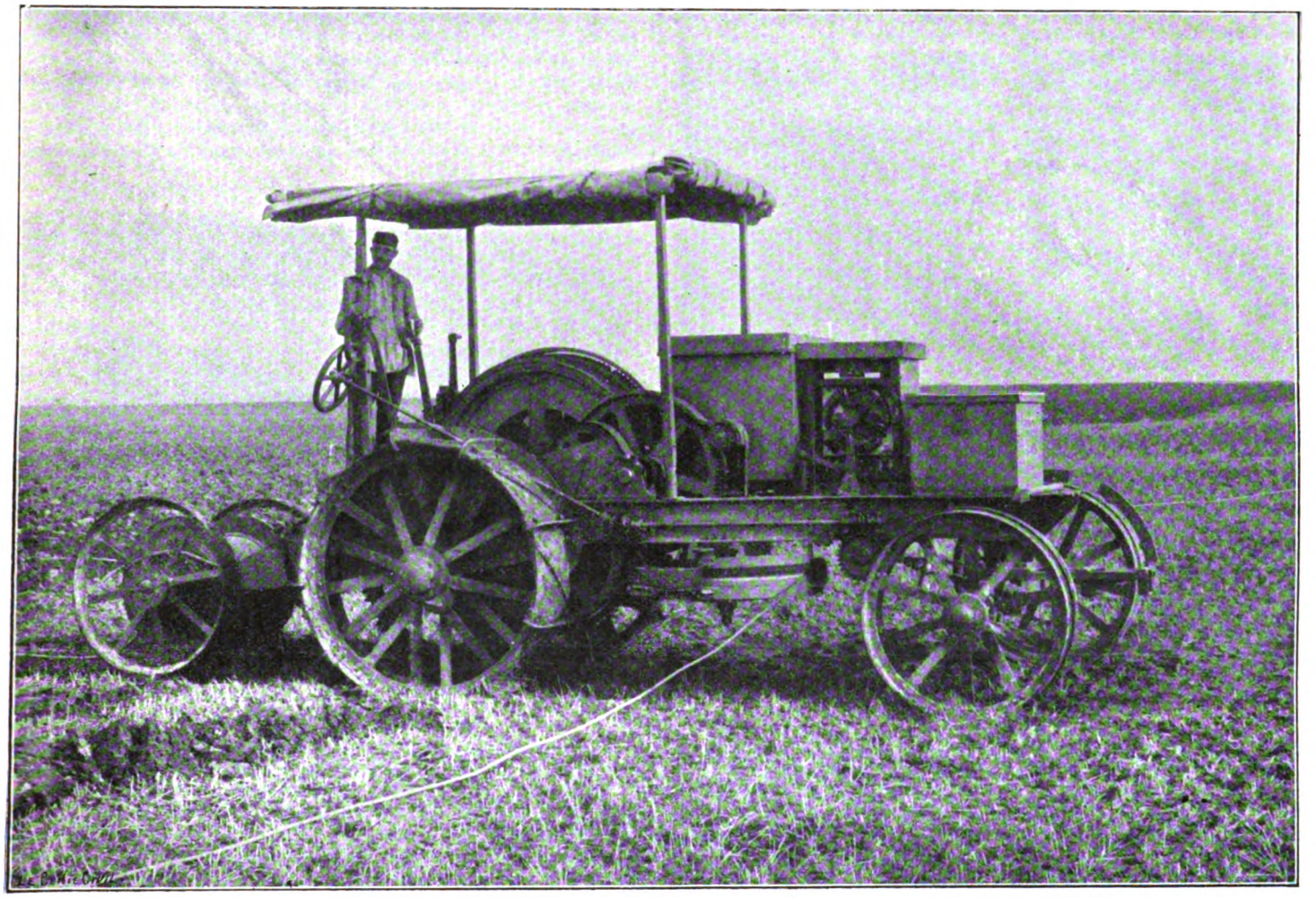


Fig. 4. — Labourage électrique : Vue de l'un des trucks moteurs du système Siemens et Halske.

L'installation du domaine seigneurial de Taïkowitz, en Autriche, est destinée à fournir le courant aux appareils d'éclairage, à diverses machines et à une charrue électrique. On utilise à la production du courant électrique, la force hydraulique de la Jermeritza. Toutefois cette rivière, qui est une décharge des marais voisins de la propriété, n'a que très peu d'eau l'été, par suite du desséchement des marais. Ce débit est insuffisant pour la production de l'énergie électrique nécessaire. De plus, en amont, se trouvent plusieurs moulins qui retiennent l'eau chaque fois qu'il en est besoin.

Afin de disposer de l'eau nécessaire, on créa des réservoirs placés en amont de la station centrale. Ces réservoirs se remplissent soit aux moments des crues, soit la nuit, et fournissent l'eau nécessaire pour faire fonctionner la station centrale pendant 12 heures chaque jour. L'eau est d'abord arrêtée par un barrage établi à 1 kilom. en amont de l'usine génératrice. Il peut retenir environ 5 000 mètres cubes d'eau. Un canal conduit ensuite l'eau à un autre réservoir de 5 000 mètres cubes de capacité, placé directement au-dessus de la station centrale.

Cette dernière comporte une turbine et deux groupes électriques

Digitized by Google

recevant leur mouvement de la turbine par l'intermédiaire de courroies.

La puissance est de 40 chevaux, à 275 tours, pour une chute de 8 mètres et un débit de 500 litres par seconde.

Le plus grand des deux groupes électrogènes consiste en un alternateur à courant triphasé, d'une puissance de 85 kilowatts sous 2 100 volts, et en une dynamo à courant continu de 32 kilowatts sous 110 volts.

Le petit groupe comporte un alternateur triphasé de 7,5 kilowatts sous 2 100 volts et une dynamo à courant continu de 10 kilowatts sous 110 volts.

Une batterie d'accumulateurs Polak de 60 éléments, 987 ampères-heure, au régime de décharge de sept heures, est adjointe à la station centrale.

De la station centrale partent deux circuits, un pour la métairie, l'autre pour les champs. Ce dernier, qui sert au labourage, a $2^{km}5$ de longueur.

Quoique le terrain, par lui-même favorable, soit très accidenté, on a pu le diviser en sections qui se prêtent fort bien au labourage électrique. Le truck moteur et le truck résistant restent toujours en vue l'un de l'autre.

Le peu de force dont on disposait a fait préférer le système à un seul moteur. On a employé une charrue basculante à trois socs.

Les connexions sont établies de telle sorte que la dynamo à courant continu charge les accumulateurs lorsque l'alternateur triphasé ne marche pas à pleine charge; par contre, elle fonctionne comme moteur et reçoit son courant de la batterie lorsque la charge de l'alternateur surpasse la force de la turbine.

L'excitation des deux dynamos se fait par la batterie. Cette disposition permet à la turbine de toujours donner son rendement maximum.

Les variations maxima de tension sont de 200 volts, mais n'exercent pas d'influence sur le moteur de la charrue. L'arbre de la turbine est

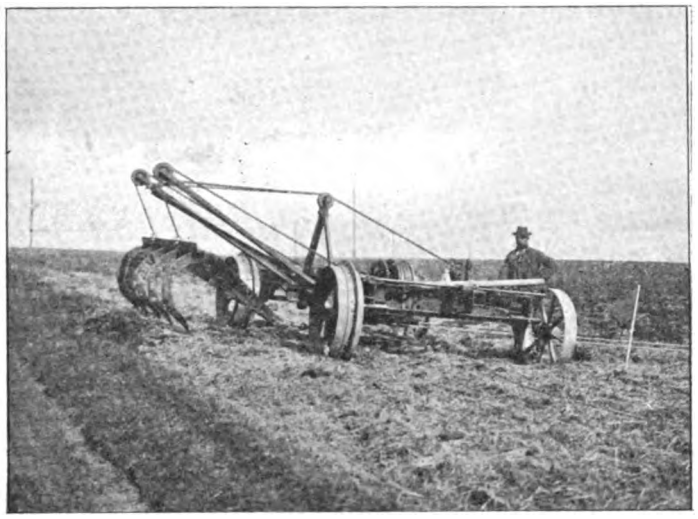


Fig. 5. — Chariot à ancres, du système Brutschke.

pourvu d'un volant destiné à équilibrer les à-coups qui se produisent, par exemple, lorsque la charrue rencontre de grosses pierres. Dans ce cas, l'ampèremètre indique une augmentation de 12, 20 et même 30 ampères, alors que l'ampèremètre de la batterie n'indique que de faibles fluctuations. Tout travail qui surpasse la puissance de la turbine est donc momentanément équilibré par le volant. On évite ainsi de dépasser l'intensité de décharge de la batterie.

Si l'éclairage doit être utilisé durant le fonctionnement de la charrue, on met le petit groupe en activité. Il ne serait pas pratique de raccorder ce circuit au grand groupe, parce que les variations de tension, qui se produisent pendant la marche de la charrue, se répercuteraient désagréablement sur l'éclairage. Toutefois, comme les fluctuations de charge se répercutent aussi sur l'axe de la turbine, le petit groupe ne doit pas être couplé avec cette dernière. Il vaut mieux le faire fonctionner comme transformateur. De cette façon, la lumière est fixe. Lorsque la charrue cesse de travailler, le petit groupe est actionné par la turbine, et la batterie est mise hors circuit.

Au printemps, la Jermeritza a toujours suffisamment d'eau pour le service complet du labourage. En été et en automne, pendant les années sèches, la rivière ne fournit pas les 500 litres à l'heure nécessaires à la turbine. Dans ce cas, le supplément est prélevé sur la réserve. Un essai fait lors de la mise en marche de la charrue a démontré que le réservoir inférieur suffisait à un labourage d'environ trois heures. L'eau accumulée par le barrage suffirait pour un même laps de temps. La rivière, d'autre part, fournit toujours un minimum de 300 litres par seconde. L'afflux est donc d'environ 13000 mètres cubes en douze heures, quantité qui suffit amplement pour labourer pendant le reste de la journée. Le jour suivant est employé pour charger la batterie et remplir les réservoirs. On peut donc, pendant les étés secs, labourer un jour sur deux. Pendant les étés humides, on peut labourer tous les jours.

Prix de revient. — Voici maintenant quelques indications sur les résultats obtenus avec les divers systèmes de labourage électrique.

Dans le domaine du comte Vittorio Asarta, à Praforeano, on labourait 3 hectares en dix heures avec une charrue à trois socs. La profondeur des sillons était de 22 centimètres, la largeur de 90 centimètres.

Avec la charrue Zimmermann, on laboura, à Halle-sur-Saale, 4 à 5 hectares en dix heures, la profondeur des sillons étant de 35 centimètres. Les frais furent de 6 fr. 80 par jour. Ils auraient été de 15 francs avec des bœufs.

A Diedrichshagen, près de Rostock, on laboura, avec le système Dollberg, $4^h\,35^a$ en dix heures. Les frais furent de 41 fr. 25 par jour ou, en comprenant l'amortissement du capital engagé, de 68 fr. 75 par jour. L'économie fut estimée à 50 %. Les sillons avaient 30 centimètres de profondeur; la largeur était de $1^m\,80$. La charrue était à quatre socs et fonctionnait avec deux moteurs de 28 chevaux. Les champs étaient distants de la station centrale de 3 500 mètres, et la tension primaire du courant s'élevait à 2 200 volts; la tension secondaire était de 220 volts.

La charrue à un moteur, construite par la maison Borsig, de Berlin, peut labourer à 35 centimètres de profondeur.

A Taïkowitz, la vitesse usuelle est de $1^m\,6$ par seconde, la profondeur des sillons 25 à 30 centimètres, la surface labourée par jour $3^h\,50^a$; pour le labourage superficiel avec charrue à cinq socs, elle est de $5^h\,70^a$. Ces résultats ont été favorisés par la marche uniforme de la charrue et par la faible résistance du terrain. Les calculs ont donné, à Taïkowitz, une traction de câble de 900 kilogr., ce qui correspond à 360 grammes par centimètre carré, la profondeur de sillon étant de 25 centimètres, la largeur totale de 1 mètre.

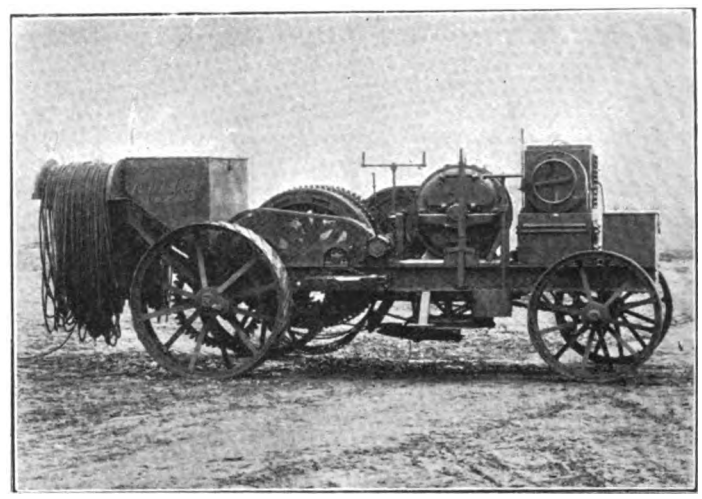


Fig. 6. — Truck moteur, du système Brutschke.

Au domaine royal du Silium, la traction du câble est de 1 200 kilogr. avec une largeur de 60 centimètres et une profondeur de sillon de 20 centimètres, soit 1 kilogr. par centimètre carré. Il en résulte qu'il faut, au Silium, une force hydraulique de 60 à 70 chevaux. A Taïkowitz, la vitesse pour le labourage à 30 ou 35 centimètres de profondeur est de $1^m\,20$ à $1^m\,60$; pour le labourage superficiel, elle est de $1^m\,60$ à 2 mètres. Cette vitesse est une moyenne pratique qui peut cependant, comme pour tous les autres systèmes, être sensiblement accrue et même être doublée lorsque le personnel est très exercé.

A l'économie que l'on réalise par le labourage électrique, il faut aussi ajouter la surproduction due au défonçage plus profond du terrain. D'après M. P. Renaud, on peut évaluer cette surproduction à 20 % pour le blé, 35 % pour l'orge, 26 % pour les betteraves.

Si l'accord est unanime pour reconnaître les avantages économiques que le labourage électrique présente sur le labourage à traction animale ou sur le labourage à vapeur, il s'en faut pourtant de beaucoup que les spécialistes soient d'accord sur le prix de revient exact du labourage électrique. M. Brutschke est d'avis que l'on peut travailler 4 hectares de champs en dix heures, avec une profondeur de sillon de 35 centimètres et une dépense d'énergie de 90 kilowatts-heure. En comptant le kilowatt à 29 centimes, M. Brutschke arrive à démontrer que le prix de revient du labourage électrique, tous les autres frais compris, est de 25 fr. 89 l'hectare.

M. Ringelmann n'admet pas ce chiffre. Le prix du kilowatt, d'après lui, doit être estimé à 36 centimes et non à 29. Par le fait même, le prix de revient s'élève à 38 fr. 62 l'hectare. Il faudrait, à son avis, pour que la dépense fût voisine du chiffre de M. Brutschke (25 fr. 89), soit 25 fr. 75 par hectare, que l'on parvint à labourer 6 hectares au lieu de 4 en une journée de dix heures.

Digitized by Google

Il n'est, à notre avis, guère possible de préciser, car le rendement du labourage dépend de la profondeur de sillon, du nombre de socs de la charrue, de la vitesse, de la nature du sol, de sa résistance, etc.

Telles que nous venons de les décrire, les installations de labourage électrique nécessitent un capital assez élevé ; le système à deux moteurs coûte, en effet, à lui seul, de 44 000 à 63 000 francs. Une telle immobilisation de capital ne se justifie donc que si les conditions et la disposition du terrain sont très favorables. Ce sera, par exemple, le cas, lorsque la surface à labourer se composera d'une terre lourde et fertile, susceptible d'un grand rapport. L'exploitation se soldera par une diminution des frais de production et, parfois, par une augmentation de la production. Les frais d'exploitation seront d'autant moins élevés que l'énergie électrique sera produite à des conditions plus favorables. Les stations centrales hydro-électriques se recommandent sous ce rapport. Une station centrale à vapeur nécessite plutôt l'association d'un nombre assez considérable de fermes. Dans certains cas, l'énergie électrique peut être empruntée économiquement à un réseau du voisinage; on évite ainsi les frais d'installation et d'entretien d'une station centrale.

De toutes façons, l'économie réalisée par le labourage électrique semble devoir être considérable pour les grands domaines, et les avantages qui s'y attachent sont tels que ce mode de travail ne peut manquer de prendre une extension considérable.

Émile GUARINI.

MÉTALLURGIE

RECHERCHES SUR LES ACIERS AU MANGANÈSE

La seconde partie de l'étude que nous nous sommes proposé de faire sur les aciers spéciaux, a trait aux aciers au manganèse.

Le plan général de ces recherches est le même que celui de notre étude sur les aciers au nickel. Nous avons tout d'abord effectué la métallographie des aciers au manganèse; nous avons ensuite étudié leurs propriétés mécaniques.

Nous tenons, d'ores et déjà, à signaler la concordance absolue qui existe entre les résultats micrographiques et les essais mécaniques.

Le seul point qui ait été signalé sur la micrographie de ces produits métallurgiques, a trait aux aciers non magnétiques, c'est-à-dire contenant le fer à l'état γ. D'après les recherches de M. Osmond (1). ces aciers présentent la forme polyédrique déjà constatée dans les aciers au nickel réversibles.

Les aciers que nous avons étudiés doivent se répartir en deux séries :

1° Les aciers à faible teneur en carbone (au maximum 0,300 %);

2° Les aciers très voisins de l'eutectique, renfermant de 0,700 à 1 % de carbone.

Tous ces aciers ont été fabriqués par la Société Commentry-Fourchambault, à son usine d'Imphy. Les analyses ont été exécutées au laboratoire de cette même usine.

Le tableau suivant donne la composition des aciers étudiés.

		Carbone	Manganèse	Silicium	Soufre	Phosphore
1re série. — Aciers peu carburés.	1	0,082	0,432	0,163	0,012	0,015
	2	0,273	1,296	0,320	0,009	0,011
	3	0,104	1,738	0,457	0,008	0,032
	4	0,237	2,150	0,781	0,010	0,032
	5	0,058	4,200	0,304	0,025	0,020
	6	0,276	5,600	1,100	traces	0,015
	7	0,034	1,139	1,328	0,005	0,011
	8	0,172	10,512	1,362	traces	0,010
	9	0,156	12,920	0,292	0,010	0,016
	10	0,224	14,400	0,911	traces	0,024
	11	0,114	20,880	0,421	0,004	0,010
	12	0,398	33,480	0,536	0,005	0,018
2e série. — Aciers voisins de l'acier eutectique.	13	0,873	0,461	1,351	0,024	0,020
	14	0,840	1,031	0,573	0,015	0,024
	15	0,930	1,972	1,028	1,011	0,018
	16	0,934	3,084	1,446	0,010	0,015
	17	0,762	5,112	1,111	0,011	0,013
	18	0,700	7,200	0,745	0,021	0,010
	19	0,922	10,080	0,721	0,016	0,013
	20	0,960	12,096	0,876	0,013	0,011

(1) *Annales des Mines*, 1900.

1. — **Micrographie des aciers au manganèse.** — Pour exposer la micrographie des aciers au manganèse, nous suivrons le même ordre que pour les aciers au nickel. Nous parlerons tout d'abord des aciers bruts de forge, puis des aciers trempés, des aciers recuits, des aciers écrouis et des aciers refroidis.

Disons de suite que cette étude des aciers au manganèse est, en de nombreux points, semblable à celle des aciers au nickel.

Nous nous empressons, toutefois, d'ajouter que la micrographie des aciers au manganèse présente des difficultés bien plus grandes que celle des aciers au nickel. D'une part, les attaques sont beaucoup plus délicates, la surface se colore très rapidement et s'oxyde très aisément, quelles que soient les précautions que l'on prenne. On voit donc apparaître des zones d'un brun noirâtre, qui voilent une partie de la préparation. D'autre part, les images obtenues sont toujours moins nettes qu'avec les aciers au nickel ; elles nécessitent de plus forts grossissements.

Ces difficultés ne sont pas insurmontables, mais elles causent des hésitations bien compréhensibles.

1° MICROSTRUCTURE DES ACIERS BRUTS. — *1re série.* — Les aciers contenant de 0 à 4,200 de manganèse ont même constitution que les aciers au carbone (fig. 1).

Les aciers contenant de 5,63 à 12,70 de manganèse sont formés de

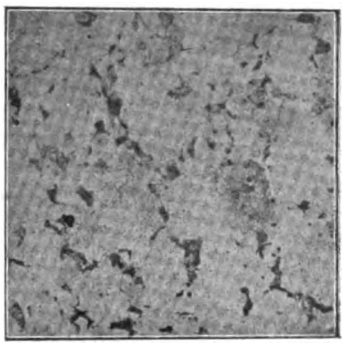


FIG. 1. — Acier à 0,104 de C et 1,7 de Mn.
Grossissement : 150 diamètres.

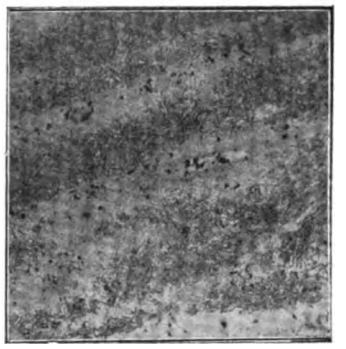


FIG. 2. — Acier à 0,172 de C et 10,5 de Mn.
Grossissement : 150 diamètres.

martensite (fig. 2). Il y a évidemment, pour ces aciers, des zones de transition. C'est ainsi que l'acier contenant 0,172 de carbone et 10,5 de manganèse est formé de : fer γ + martensite Il y a même, dans l'échantillon dont nous disposons, ce fait assez bizarre, et probablement accidentel, que la martensite et le fer γ forment des zones parallèles n'empiétant pas l'une sur l'autre.

L'acier qui contient 0,137 de carbone et 12,77 de manganèse est le premier acier polyédrique de la série.

Au delà de 12,77 % de manganèse (fig. 3), les aciers sont polyédriques, du moins jusqu'aux teneurs que nous avons étudiées, c'est-

FIG. 3. — Acier à 0,224 de C et 14,4 de Mn.
Grossissement : 150 diamètres.

FIG. 4. — Acier à 0,700 de C et 7,2 de Mn.
Grossissement : 150 diamètres.

à-dire 35,5 % environ. Ces polyèdres présentent, comme ceux des aciers au nickel, de nombreux plans de clivage ; mais, tandis que dans ceux-ci, ces plans apparaissent toujours par attaque, il nous a été impossible de trouver un moyen certain de les faire naître dans les aciers au manganèse.

De plus, ces polyèdres sont beaucoup moins développés que dans les aciers au nickel; dans l'attaque par l'acide picrique, l'acide azotique, etc., les bords apparaissent moins nettement que pour ces aciers et cela à un point tel, que, lorsqu'on regarde ces aciers à un grossissement de 200 diamètres environ, on les prendrait, à cause des plans de clivage, pour des aciers martensitiques, alors que, vus à un grossis-

Digitized by Google

sement de 400 diamètres environ, ils montrent nettement les lignes de démarcation des polyèdres.

Tout au début de notre étude, nous avons commis cette erreur sur l'acier de la première série contenant 20,8 °/₀ de manganèse.

En résumé, les aciers au manganèse de la première série doivent être divisés en trois classes, au point de vue micrographique :

1re classe : Aciers ayant même constitution que les aciers au carbone, et contenant de 0 à 5 °/₀ environ de manganèse ;

2e classe : Aciers à structure martensitique, contenant de 5 à 12 °/₀ de manganèse ;

3e classe : Aciers à structure polyédrique, contenant plus de 12 °/₀ de manganèse.

Les aciers de la deuxième classe doivent être divisés en trois groupes suivant qu'ils sont formés de fer α et de martensite, de martensite pure ou de fer γ et de martensite.

Nous devons ajouter que la perlite des aciers au manganèse à faible teneur en carbone ne nous a pas paru présenter de caractères spéciaux.

2e série. — Les aciers renfermant de 0 à 3 °/₀ de manganèse ont même constitution que les aciers au carbone; ils présentent de la perlite et de la ferrite ou de la perlite et de la cémentite (fig. 4 et 5), suivant que leur teneur en carbone est inférieure ou supérieure à 0,900 °/₀. Mais il nous a semblé que la perlite présente dans ces aciers carburés des caractères un peu spéciaux ; elle est plus compacte, plus facile à colorer par l'acide picrique que la perlite ordinaire; en un mot, elle semble se rapprocher de la sorbite.

Lorsqu'on examine l'acier contenant 5,1 °/₀ de manganèse, attaqué à l'acide picrique, on observe une microstructure que nous n'avions encore jamais obtenue : ce sont des rognons noirs énormes qui envahissent toute la préparation. Cet acier s'attaque avec une facilité surprenante : aussi faut-il utiliser un réactif extrêmement dilué pour avoir un résultat satisfaisant. Dans ces conditions, on obtient des polyèdres aux contours peu nets et bordés d'un liseré très épais qui se colore de suite en noir foncé (fig. 6).

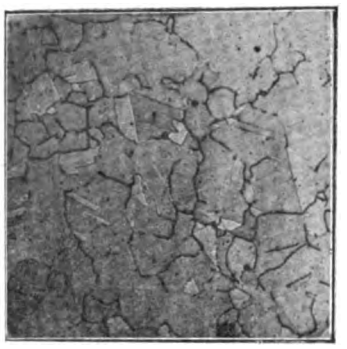


Fig. 5. — Acier à 0,922 de C et 10 de Mn.
Grossissement : 150 diamètres.

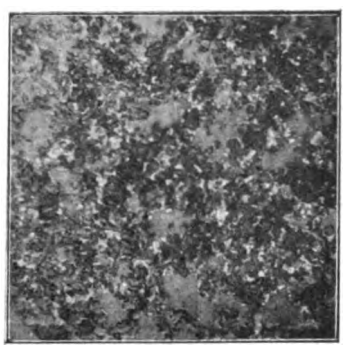


Fig. 6. — Acier à 0,762 de C et 5,1 de Mn, attaqué légèrement.
Grossissement : 150 diamètres.

Nous examinerons plus loin ce que peut être ce constituant. Disons de suite que, après cette constatation, nous avons fait exécuter, aux usines d'Imphy, un acier renfermant 0,800 de carbone et 4 °/₀ de manganèse. Cet acier avait, au centre, même constitution que l'acier à 5,1 °/₀ ; mais les bords présentaient un peu de martensite.

Nous concluons donc de suite qu'il n'existe généralement pas, dans les aciers au manganèse très carburés, de martensite, mais bien, en son lieu et place, un constituant très facile à colorer par l'acide picrique ou l'acide azotique.

La classification qui doit être admise pour ces aciers est donc la suivante :

1re classe : Aciers formés de ferrite et de perlite ou de cémentite et de perlite, contenant de 0 à 3 °/₀ de manganèse ;

2e classe : Aciers renfermant un constituant spécial que nous définirons plus loin, contenant de 3 à 7 °/₀ de manganèse ;

3e classe : Aciers formés de fer γ, renfermant plus de 7 °/₀ de manganèse.

2° Microstructure des aciers recuits. — L'influence du recuit est la même sur les aciers du premier groupe que sur les aciers au carbone.

Nous avons observé deux phénomènes assez bizarres que nous ne croyons pas spéciaux aux aciers au manganèse :

En recuisant à 900 degrés de l'acier à 0,293 °/₀ de carbone et à 1,7 °/₀ de manganèse, nous avons obtenu la perlite en bandes parallèles et ne formant plus le contour des grains de ferrite. De plus, en recuisant l'acier qui contient 0,840 de carbone et 1,031 de manganèse dans la magnésie à 900 degrés, nous avons noté non seulement une décarburation notable sur les bords, ce qui est normal, mais aussi une décarburation au centre. Ce phénomène méritait d'être signalé, il est représenté dans une photographie (fig. 9).

Le recuit n'agit pas sur les aciers du deuxième groupe, si ce n'est pour créer une tendance plus ou moins accentuée à la forme polyédrique (fig. 9, 10 et 11).

Sur les aciers du dernier groupe, il y a deux points à distinguer : si l'acier est sur la limite entre le second et le troisième groupe, il pourra être atteint par le recuit et donner de la martensite. C'est le cas de l'acier qui contient 12 °/₀ de manganèse; mais la martensite est extrêmement fine et la photographie ne donne qu'une idée imparfaite de la transformation. L'acier de la deuxième série qui renferme 5,112 °/₀ de manganèse, lequel brut de forge ne montre que des polyèdres environnés du constituant spécial, présente, après un recuit de deux heures à 750 degrés, des fers de lance qui remplissent les polyèdres; le constituant spécial n'a pas changé ; l'acier à 0,700 de carbone et 7,200 de manganèse est également transformé par un recuit et présente de très nombreuses aiguilles de martensite.

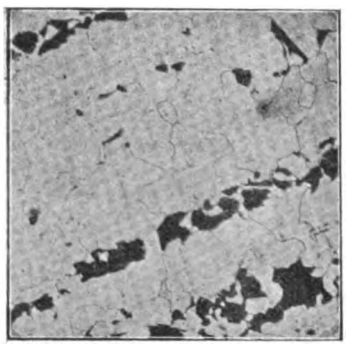


Fig. 7. — Acier à 0,104 de C et 1,7 de Mn, recuit à 900 degrés pendant 4 heures.
Grossissement : 150 diamètres.

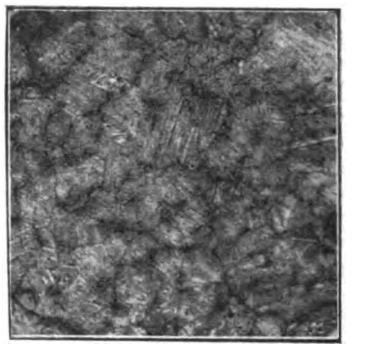


Fig. 8. — Acier à 0,396 de C et 33,5 de Mn, recuit à 900 degrés pendant 4 heures.
Grossissement : 150 diamètres.

Si nous considérons des aciers du troisième groupe, plus riches en manganèse que ceux dont nous venons de parler, nous remarquerons que la seule différence produite par le recuit est d'accentuer les polyèdres et les plans de clivage, ainsi que le prouve la photographie de l'acier de la première série à 14,400 de manganèse.

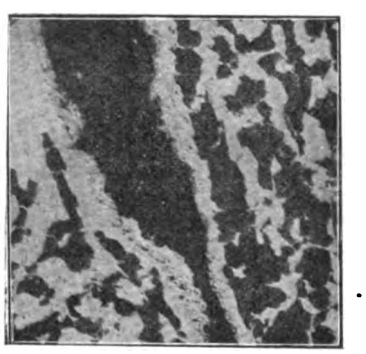


Fig. 9. — Acier à 0,840 de C et 1 de Mn, recuit à 900 degrés pendant 4 heures.
Grossissement : 150 diamètres.

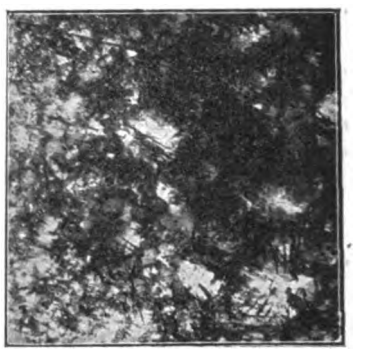


Fig. 10. — Acier à 0,762 de C et 5,1 de Mn, recuit à 900 degrés pendant 4 heures.
Grossissement : 150 diamètres.

Avant d'abandonner la question du recuit, nous voudrions traiter en quelques mots un point délicat qui a son importance. Il s'agit de l'apparition du magnétisme chez certains aciers dits non magnétiques, après qu'on leur a fait subir certains traitements. Ce fait, étudié par M. L. Dumas pour les aciers au nickel et pour les aciers au manganèse, mériterait, croyons-nous, une étude extrêmement détaillée, notamment des mesures très précises. Nous pensons l'aborder dans quelque temps. Aujourd'hui, nous nous contenterons d'analyser une partie des phénomènes analogues à ceux que nous avons déjà décrits au sujet des aciers au nickel.

Nous savons que pour ces aciers, l'apparition du magnétisme (ou tout au moins l'augmentation du magnétisme dans les aciers peu magnétiques), coïncide avec l'apparition de fers de lance qui ne sont qu'une forme de la martensite. Ce point, nous l'avons retrouvé identique dans les aciers au manganèse.

Nous avons vu, de plus, que ces fers de lance semblaient prendre naissance de deux façons : d'une part, par suite de la jonction des plans de clivage de deux polyèdres voisins, lesquels se sont accentués dans l'opération qui a occasionné le changement ; d'autre part, par scission des plans de clivage même dans chaque polyèdre.

Ceci, nous le retrouvons dans les aciers au manganèse, mais il y a un point particulier que nous avons observé sur ces produits :

Digitized by Google

lorsqu'on recuit certains de ces aciers, les polyèdres s'agrandissent et les plans de clivage s'accentuent. En faisant une attaque progressive sur ces aciers, on voit les plans de clivage bien avant les lignes de démarcation des polyèdres, de telle sorte que, comme nous l'avons déjà indiqué, on pourrait se croire en présence d'une structure martensitique, alors que l'acier est polyédrique. Mais un tel acier est un peu magnétique.

L'accentuation de ces plans de clivage ne prouverait-elle pas que la première phase de la transformation qui doit conduire à la martensite s'est produite ? Autrement dit, peut-on savoir par examen micrographique quand il y a martensite et par conséquent magnétisme, ou quand il n'y a que du fer γ ?

Le point est extrêmement délicat, et nous nous proposons de

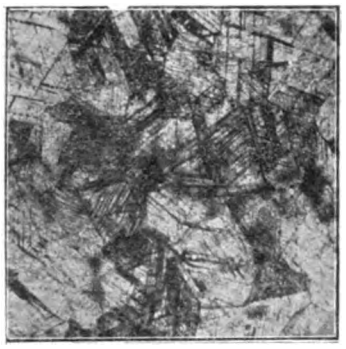


FIG. 11. — Acier à 0,960 de C et 12 de Mn, recuit à 900 degrés pendant 4 heures.
Grossissement : 150 diamètres.

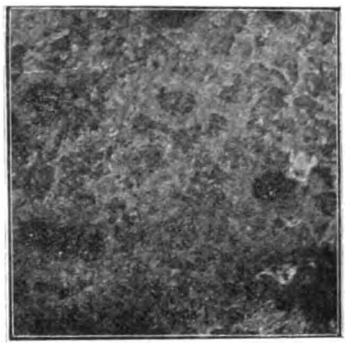


FIG. 12. — Acier à 0,156 de C et 12,9 de Mn, trempé à 900 degrés dans l'eau froide.
Grossissement : 150 diamètres.

l'étudier plus complètement, mais d'ores et déjà, nous tenons à signaler qu'un acier à 15 % de manganèse et d'autres aciers avoisinant cette teneur, tous peu carburés (de 0,120 à 0,300 % de carbone) et ne présentant aucun magnétisme sensible à la boussole, sont devenus attirables à l'aimant après un recuit de quatre heures, et que la structure de ces aciers dénote simplement des plans de clivage très accentués, qui peuvent être pris pour de la martensite.

3° MICROSTRUCTURE DES ACIERS TREMPÉS. — Les aciers du premier groupe se transforment par la trempe de la même façon que les aciers au carbone (fig. 12) ; les aciers à structure martensitique, au contraire, ne sont pas atteints par la trempe ; nous devons toutefois noter qu'il y a parfois chez ceux-ci une tendance à la structure polyédrique, mais la martensite domine toujours.

Cependant, un acier de la série 1 renfermant 10,5 % de manganèse, qui présente, brut de forge, des bandes où l'attaque s'est localisée, tend à prendre une structure plus uniforme après la trempe.

La trempe agit sur le troisième groupe comme le recuit, mais avec beaucoup moins d'intensité ; elle n'atteint que les aciers qui sont exactement à la limite entre le troisième et le quatrième groupe.

C'est ainsi que l'acier à 0,700 de carbone et à 7,3 % de manganèse, qui est transformé par le recuit, ne montre après des trempes que

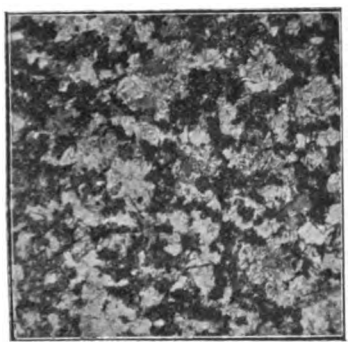


FIG. 13. — Acier à 0,762 de C et 5,1 de Mn, trempé à 800 degrés dans l'eau froide.
Grossissement : 150 diamètres.

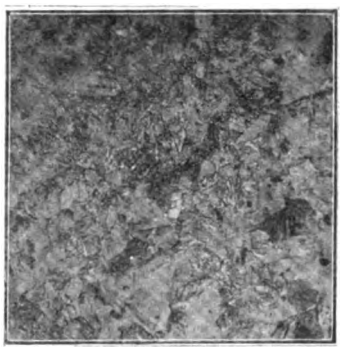


FIG. 14. — Acier à 0,762 de C et 5,1 de Mn, trempé à 900 degrés dans l'eau froide.
Grossissement : 150 diamètres.

des plans de clivage peu accentués. Il semble bien que les résultats auxquels nous sommes arrivé viennent confirmer cette conclusion que nous avons donnée dans notre étude sur la trempe des aciers au nickel : la trempe n'a d'influence sur les aciers à fer γ que par le recuit qui la précède.

Les effets de la trempe nous ont paru particulièrement intéressants à étudier en détail, sur les aciers contenant le constituant spécial aux aciers au manganèse. A cet effet, nous avons fait des trempes à des températures variant de 25 en 25 degrés, depuis 700 degrés jusqu'à 950 degrés, sur l'acier de la deuxième série à 5,1 de manganèse (fig. 13 et 14). Le résultat auquel nous sommes arrivé est le suivant :

Le constituant spécial ne disparaît qu'à une température voisine de 900 degrés. Quand on trempe l'acier en question à une température comprise entre 750 et 900 degrés, on obtient des polyèdres contenant quelques fers de lance, provenant de la transformation partielle du fer γ, mais ces polyèdres sont toujours bordés du liseré noir, caractéristique de la présence du constituant spécial.

Lorsqu'on trempe au-dessus de 900 degrés, on ne voit plus de traces de ce produit. Tout l'acier n'est formé que de polyèdres renfermant des fers de lance.

Nous espérons que la détermination des points de transformation nous permettra de préciser.

4° MICROSTRUCTURE DES ACIERS ÉCROUIS. — Nous avons vu que, pour les aciers au nickel, l'écrouissage était un point particulièrement intéressant, et qu'il nous avait permis d'étudier la genèse de la martensite.

Certains aciers au manganèse, qui se trouvent à la séparation du deuxième et du troisième groupe, subissent des transformations par écrouissage. C'est ainsi que l'acier à 0,156 de carbone et 12,9 % de manganèse est nettement martensitique après écrouissage. Mais cette

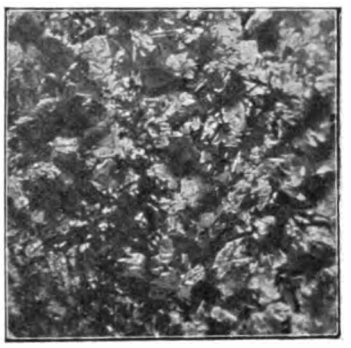


FIG. 15. — Acier à 0,762 de C et 5,1 de Mn, écroui.
Grossissement : 150 diamètres.

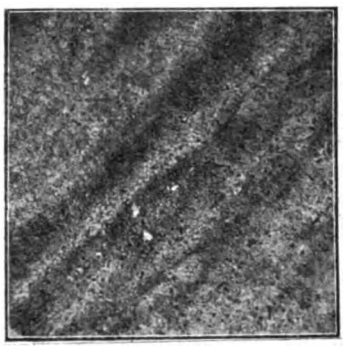


FIG. 16. — Acier à 0,156 de C et 12,9 de Mn, refroidi à — 78 degrés.
Grossissement : 150 diamètres.

martensite est si fine qu'il est presque impossible de la photographier. C'est d'ailleurs le propre de la martensite qui se produit dans la transformation d'un acier peu carburé.

Grâce à l'obligeance de M. Dumas, nous avons pu examiner un acier qu'il avait étudié et qu'il avait reconnu magnétique après écrouissage. Cet acier, contenant 0,137 de carbone et 12,77 % de manganèse, était nettement polyédrique avant l'opération et présentait, après, de la martensite très fine.

L'acier qui contient 5,1 % de manganèse et 0,762 de carbone ne présente pas de changement après écrouissage (fig. 15) ; il est à noter que les polyèdres, bien qu'aplatis, restent entourés du liseré noir comme avant l'opération.

5° MICROSTRUCTURE DES ACIERS REFROIDIS. — Nous avons employé deux sources de froid :

1° La neige carbonique en solution alcoolique qui donne — 78 degrés ;

2° L'air liquide qui fournit une température de — 180 degrés.

Nous avons noté à nouveau le phénomène du gonflement de la martensite ; nous n'avons pas à y revenir.

Les aciers que nous avons examinés, et qui se transforment par refroidissement, sont les suivants :

1° L'acier contenant 0,155 de carbone et 12,9 de manganèse. Cet acier, après refroidissement à — 78 degrés, n'est plus formé que de martensite très fine (fig. 16) ;

2° L'acier renfermant 0,762 de carbone et 5,112 de manganèse et refroidi à — 78 degrés montre de très nombreux fers de lance dans l'intérieur des polyèdres (fig. 17), mais ces fers de lance sont très fins. Le constituant spécial n'est pas altéré. Refroidi à — 180 degrés, cet acier présente de très grands fers de lance (fig. 18), mais le composé spécial ne subit aucune altération.

CÉMENTATION DES ACIERS AU MANGANÈSE. — 1° *Aciers à 0,5, 1 et 2 % de manganèse.* — Ces expériences ont été faites dans les mêmes conditions que la cémentation des aciers au nickel. La cémentation de ces aciers donne sensiblement les mêmes résultats que la cémentation de l'acier au carbone : les bords sont riches en cristaux de cémentite, qui se présentent, comme toujours, en longues aiguilles fines. Mais, avant d'arriver à cette zone, qui est la plus riche en carbone, on aper-

Digitized by Google

çoit la partie qui n'est formée que de perlite, laquelle présente cet aspect qui semble spécial à la perlite des aciers au manganèse, riches en carbone. Elle est beaucoup plus compacte que la perlite des aciers ordinaires.

2° *Acier à 5,6 °/₀ de manganèse.* — Au centre on a la zone martensitique, avec, par conséquent, la même structure que l'acier initial. Toutefois, il y a une tendance très nette à la formation de polyèdres.

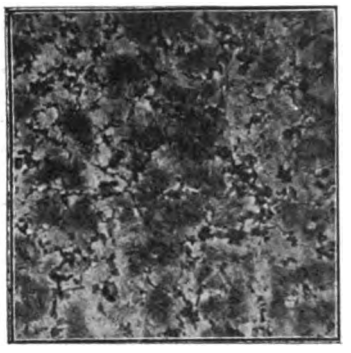


FIG. 17. — Acier à 0,762 de C et 5,1 de Mn, refroidi à — 78 degrés.
Grossissement : 150 diamètres.

FIG. 18. — Acier à 0,762 de C et 5,1 de Mn, refroidi à — 180 degrés.
Grossissement : 150 diamètres.

La martensite, très fine au centre, prend des dimensions de plus en plus importantes.

Enfin, on arrive à la portion de l'acier la plus intéressante : c'est celle où l'on trouve le constituant spécial aux aciers au manganèse. Ce constituant est d'autant plus abondant que l'on se rapproche des bords et, par conséquent, de la partie la plus carburée.

3° *Acier à 6,1 °/₀ de manganèse.* — Cet acier se comporte en tous points comme l'acier à 5.6 °/₀ de manganèse.

4° *Acier à 10,5 °/₀ de manganèse.* — Le centre reste martensitique, mais il y a une tendance très accusée aux polyèdres. Le reste de l'acier est polyédrique. Il n'y a pas trace du constituant spécial.

5° *Acier à 12,9 °/₀ de manganèse.* — Cet acier est entièrement polyédrique, sauf dans la partie centrale qui est altérée par le recuit, et présente, non pas de la martensite à proprement parler, mais des plans de clivage très accentués.

6° *Aciers renfermant de 16,20 à 33 °/₀ de manganèse.* — Ces aciers restent entièrement polyédriques.

RÉSUMÉ — Les aciers au manganèse peuvent être partagés en trois classes d'après le tableau suivant :

CLASSES	MICROSTRUCTURE	TENEUR EN MANGANÈSE	
		Aciers de la 1re série.	Aciers de la 2e série.
I	Perlite.	De 0 à 5 °/₀	De 0 à 3 °/₀
II	Martensite ou constituant spécial.	De 5 à 12 °/₀	De 3 à 7 °/₀
III	Polyèdres de fer γ.	Plus de 12 °/₀	Plus de 7 °/₀

Les aciers de la seconde classe n'ont donc pas la même constitution, suivant qu'ils sont peu ou beaucoup carburés.

Il nous reste à préciser ce constituant spécial, qui se substitue à la martensite dans les aciers les plus carburés.

Il se présente sous un aspect et dans des conditions tels qu'il fait songer de suite à la troostite de M. Osmond. En effet, on l'observe sous la forme de rognons très noirs (dès la moindre attaque), il donne à l'acier les propriétés d'une trempe douce, il disparaît par une trempe à 900 degrés. Toutes ces observations coïncident avec les propriétés de la troostite.

Des recherches plus récentes sur les aciers au chrome nous ont bien confirmé dans cette opinion, et nous croyons qu'il faut écarter l'hypothèse d'un carbure double de fer et de manganèse, ou d'un carbure de manganèse, autre que celui isolé par Hautefeuille et M. Troost (Mn^3C).

Léon GUILLET,
Docteur ès Sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

CHIMIE INDUSTRIELLE

SUCRERIE DE KETZIN, PRÈS DE BERLIN

(Planche XVII.)

L'importance d'une bonne disposition d'ensemble, pour une sucrerie, est peut-être plus considérable encore que pour d'autres usines, en raison de la courte durée de la campagne sucrière ; il faut, en effet, obtenir du matériel la plus grande capacité de travail possible, pour arriver, pendant ces quelques mois, à une utilisation de l'usine qui en permette l'amortissement rapide.

L'usine importante dont nous indiquons les dispositions (1) dans la planche XVII, et qui a été installée en 1901 pour la sucrerie de Ketzin, près Berlin, par la Fürstlich Stolbergsche Maschinenfabrik, de Magdebourg, semble avoir été étudiée dans ce sens avec succès.

La marche de la fabrication, à partir de l'arrivée des betteraves, est la suivante : les betteraves, amenées par des bateaux, des wagons ou des charrettes, sont préalablement débarrassées de la boue, dans l'atelier G, au moyen d'une machine à laver *b* (fig. 7). Une disposition spéciale aux constructeurs assure l'élimination de toutes les pierres, qu'il est indispensable de ne pas laisser arriver jusqu'aux coupe-racines. Les élévateurs b_1 amènent les betteraves aux coupe-racines b_2 (fig. 1 et 9), qui les réduisent en cossettes.

Après avoir été pesées, les cossettes sont lavées dans la batterie de diffuseurs *d* (fig. 1, 7 et 9), où l'eau circule méthodiquement, et où s'opère le phénomène d'osmose connu sous le nom de diffusion. Cette action est rendue plus rapide par le réchauffage des jus avant leurs passages successifs dans les diffuseurs.

En sortant de la batterie, l'eau, qui est maintenant à l'état de jus sucré, est amenée aux saturateurs *h*. Les cossettes épuisées constituent une nourriture appréciée pour le bétail et, avant de les vendre, pour leur conservation, on les dessèche à 10 à 12 °/₀ d'eau dans le four *g* (fig. 1), après les avoir réduites, par leur passage aux presses *e*, à contenir de 9 à 10 °/₀ de matières sèches.

Le jus, tel qu'il sort des diffuseurs, contient encore, en dehors du sucre, de nombreuses matières étrangères, minérales ou organiques, dont on le débarrasse par l'action de la chaux, dans les épurateurs *h*. Cette chaux et ces impuretés sont éliminées au moyen d'acide carbonique, produit dans le four à chaux *a* (fig. 3, 5 et 7), lequel est desservi par le monte-charges a_1 (fig. 5 et 7). Les matières précipitées sont séparées du jus dans les filtres-presses i_2 sous la forme d'une boue épaisse qui constitue un engrais.

Le jus contient, à ce moment, 80 ou 85 °/₀ d'eau ; il est évaporé dans l'appareil à effets multiples *u* (fig. 1, 6 et 9) qui lui donne la concentration nécessaire pour permettre la cristallisation du sucre.

Cet appareil est composé de cinq corps séparés dont les surfaces de chauffe sont différentes. Les vapeurs produites sont employées en partie au réchauffage des jus et sirops et aussi des eaux, dans les appareils *v* et v_1, où on les fait circuler.

Le sirop est à nouveau saturé et filtré, puis envoyé aux appareils à cuire *y* (fig. 6 et 9), où se fait la cuite en grains, sous une pression inférieure à celle de l'atmosphère. Les cristaux de sucre se forment par suite d'une concentration lente et prolongée du liquide.

La masse qui sort des appareils à cuire se rend dans les malaxeurs ouverts p_2 où la cristallisation se continue pendant que l'on y fait rentrer dans le travail une partie des résidus d'opérations antérieures ; ensuite, la masse est envoyée aux turbines *p* par le distributeur qui les dessert.

La fabrication proprement dite du sucre étant terminée, on sépare les cristaux du jus qui les baigne au moyen des turbines centrifuges *p* (fig. 1, 4 et 7). Les égouts de turbinage rentrent dans la fabrication et sont soumis à une seconde évaporation qui donne une nouvelle quantité de sucre La mélasse formant le résidu final est vendue pour être traitée dans d'autres usines.

Le sucre recueilli dans les turbines est passé au tamis, et classé en grains de différentes grosseurs ou réduit en poudre pour être livré au commerce.

Pour l'obtenir à l'état de morceaux, on le dissout à nouveau, on le décolore par filtration sur du noir animal, et on le fait cristalliser une seconde fois, dans une chaudière en cuivre. Des turbines spéciales p_1, (fig. 4 et 7) le sucre sort alors sous la forme de plaques, qui sont, après séchage, découpées en morceaux de la grandeur voulue pour les besoins du commerce.

Les grandes quantités de chaux et d'acide carbonique employées dans cette usine ont nécessité la construction, dans le bâtiment spécial H (fig. 3, 5 et 7), d'un four à chaux *a*, où l'acide carbonique est aspiré par des pompes l_2 qui le refoulent dans les chaudières à carbonater *h*. La chaux arrive dans des trommels a_2 (fig. 3 et 7), où elle est transformée en lait de chaux et envoyée aux chaudières *h* (fig. 1 et 7).

(1) D'après le *Praktische Maschinen-Konstrukteur*.

Digitized by Google

On remarquera que, dans une usine de ce genre, où de grandes quantités de vapeurs sont utilisées par la plupart des appareils, sans compter celle qui est employée comme force motrice, l'installation des chaudières A (fig. 7 et 10), est une question très importante, et le développement des conduites de vapeur doit être aussi restreint que possible, pour ne pas arriver à des pertes de chaleur inadmissibles. On n'a pas cru devoir ici centraliser la production de l'énergie nécessaire aux divers appareils, et les nombreuses pompes pour l'air, l'eau, les jus, ont généralement leur moteur propre, dont la vapeur d'échappement est utilisée à chauffer les chaudières voisines. Les conséquences d'une avarie survenue dans une machine sont ainsi localisées sans causer de perturbations générales dans l'exploitation. La plupart de ces moteurs sont représentés en x, h_1, i_1, l, l_1, m, n, o (fig. 6 et 7).

L'usine comporte, outre les ateliers que nous venons de décrire, les magasins nécessaires à l'entrepôt de grandes quantités de sucre, et les bureaux d'expédition P, L, etc. Les installations nécessaires aux ouvriers : réfectoires, bains, vestiaires, sont représentés sur le plan en C, C_1 et K (fig. 7 et 8). L'atelier de réparations se trouve en B.

L'examen de ces dispositions judicieuses peut être utile, dans le cas de l'établissement d'une usine nouvelle, où l'auteur du projet doit naturellement chercher à mettre à profit les progrès les plus récents de l'industrie sucrière.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

ÉCLAIRAGE DES VOITURES DE CHEMINS DE FER

au moyen de l'incandescence par le gaz.

De nombreuses Compagnies de Chemins de fer ont adopté, depuis plusieurs années, l'éclairage au gaz pour leurs voitures à voyageurs. En France, on compte environ 6 000 véhicules pourvus de ce mode d'éclairage; à l'étranger, il paraît être encore plus en faveur, car il est en usage sur la plupart des grands réseaux. On emploie généralement les gaz d'huile, de schiste ou de boghead, dits « gaz riches », comprimés dans des réservoirs placés sous ou sur les voitures, et de préférence au gaz de houille malgré leur prix plus élevé. Plus récemment, on a essayé de mélanger le gaz acétylène au gaz riche dans la proportion de 25 à 30 %. Nous avons déjà décrit dans le *Génie Civil* (1) l'application qui en a été faite avec succès par la Compagnie P.-L.-M.

En dehors de ce dernier perfectionnement et à part quelques efforts tentés du côté de la récupération de chaleur, il y a eu peu de progrès dans ce mode d'éclairage.

Dès l'apparition du bec Auer, appliqué avec tant de succès à l'éclairage fixe, les Compagnies de Chemins de fer ont songé à faire bénéficier l'éclairage des voitures des avantages bien connus de ce système; il y en a deux autres s'appliquant plus spécialement aux chemins de fer : 1° l'économie réalisée permet d'augmenter le rayon d'action des réservoirs employés; 2° il est possible de remplacer le gaz d'huile, coûteux et préparé spécialement par les Compagnies elles-mêmes, par le gaz de houille ordinaire qu'on peut se procurer aisément à très bas prix dans toutes les villes. Malheureusement les débuts ont été peu encourageants; les manchons trop fragiles supportaient mal les chocs et les trépidations. Qu'on se rappelle les précautions multiples qu'il fallait prendre avec les premiers manchons, rien que dans les becs fixes placés près des grandes voies urbaines et qui n'étaient soumis qu'aux seules trépidations du sol. Mais les brûleurs, aujourd'hui, sont mieux étudiés et, la fabrication des manchons ayant fait de réels progrès, leur résistance au choc est devenue assez grande pour que nos grandes Compagnies aient jugé bon de reprendre la question.

Les essais récemment faits par la Compagnie des Chemins de fer de l'Est, qui compte dans son matériel un grand nombre de voitures éclairées au gaz, ont fait l'objet d'une note détaillée qui a déjà été publiée dans la *Revue générale des Chemins de fer* et à laquelle nous empruntons une partie des renseignements ci-après :

Essais entrepris par la Compagnie des Chemins de fer de l'Est. — PREMIÈRE PÉRIODE : ***Essais préliminaires au laboratoire et dans les trains de banlieue.*** — Avant de tenter l'emploi des manchons dans les trains, le Service du Matériel et de la Traction jugea utile de faire rechercher, au laboratoire, un support pour la matière incandescente plus solide que le manchon ordinaire; support qui devait nécessairement être réfractaire. Malheureusement, les corps incandescents déposés sur ce support perdaient une partie de leur pouvoir lumineux, et on ne pouvait remédier à cet inconvénient qu'en augmentant la température du mélange au moyen de dispositifs de récupération de chaleur ou en alimentant le bec avec de l'air sous pression. On dut y renoncer à cause des complications auxquelles entraînaient ces dispositifs. Nous verrons, d'ailleurs, plus loin que cette fragilité des manchons tant redoutée est plus apparente que réelle.

Dans les premiers essais entrepris en janvier 1901 sur les trains de banlieue, la Compagnie de l'Est se servit des lanternes du modèle normal de Pintsch, créées par la Société Auer en vue d'expériences analogues entreprises par les Compagnies de l'Ouest et du P.-L.-M. Le réflecteur de ces lanternes, en tôle émaillée, était assez concave pour laisser une place suffisante au brûleur. Le manchon employé était celui du petit modèle ordinaire du commerce dit B.B. La cheminée en cristal était prolongée par un tube métallique maintenu par une tôle destinée à empêcher les déplacements dans le sens horizontal. En outre, tous les mouvements horizontaux et les trépidations du véhicule étaient atténués par l'emploi de ressorts en U ou de tubes de laiton tournés en hélice, du système Clay, qui supportaient le brûleur, le manchon, sa cheminée et son tube.

Toutefois, avant d'utiliser cette lanterne, la Compagnie de l'Est y apporta les modifications suivantes : les chocs et les courants d'air, contre lesquels la cheminée en cristal sert de protection, ne se produisant pas dans les lanternes de voitures, cette cheminée fut donc supprimée; son emploi était même nuisible en ce que, faisant corps avec le manchon, elle augmentait par sa masse l'amplitude des mouvements et amenait la rupture des manchons beaucoup plus vite.

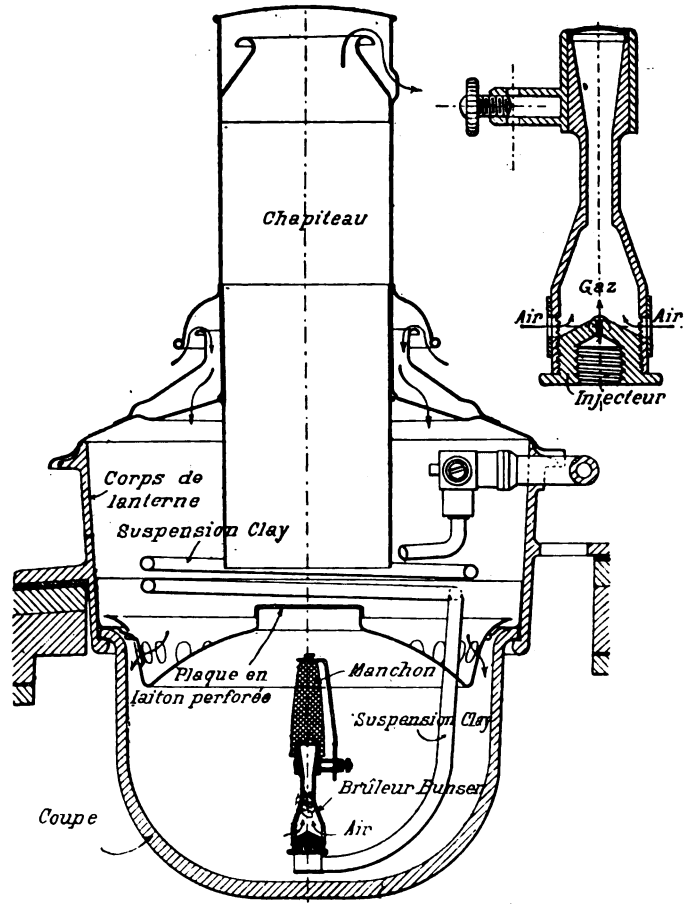


FIG. 1 et 2. — Lanterne munie de la suspension Clay et son brûleur (essais de la Compagnie de l'Est).

Cependant, comme elle concourt, dans le bec Auer, à augmenter l'entraînement d'air et à compléter le rôle du brûleur en permettant une combustion plus complète et, par suite, une incandescence plus vive, on a dû compenser l'absence de ce tirage par une augmentation de la pression du gaz comprimé, ce qui, dans ce cas, était très facile; le gaz riche renfermé dans les réservoirs peut être comprimé de façon à donner au bec une pression de 110 à 120 millimètres.

Le brûleur et le manchon furent, d'autre part, réduits dans leurs dimensions, ce qui eut l'avantage de diminuer encore la fragilité du manchon. Le brûleur réduit (fig. 2) n'est plus cylindrique dans toute sa longueur, il se compose de deux troncs de cône inverses réunis par une partie cylindrique. Il dépense 15 litres de gaz d'huile et produit une intensité lumineuse de 1,5 carcel.

La voiture A 683, circulant entre Paris et Verneuil, fut munie de cet appareil représenté par la figure 1. L'allumage se faisait par le haut, la flamme descendant lentement le long du tube qui surmonte le réflecteur sans produire d'explosion. Ce mode d'allumage a été conservé sur tous les modèles ultérieurs. La plaque en laiton perforée protégeait, en outre, le manchon au moment de l'allumage.

Le nettoyage des réflecteurs et des coupes nécessitait chaque fois le retrait des manchons; ceux-ci étaient alors placés dans un support

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 26, p. 431.

Digitized by Google

approprié, fixé sur une planchette que l'on faisait glisser dans une boîte où les manchons se trouvaient ainsi abrités du vent et de la pluie.

Les résultats de cette première série d'essais furent peu encourageants. Des mouvements horizontaux très accentués causaient fréquemment la rupture du manchon. On constata alors que, plus on donnait d'élasticité aux supports, plus on favorisait ces ruptures. On vissa donc directement les brûleurs à la place des becs Manchester du col de cygne amenant le gaz d'huile, sans aucun intermédiaire élastique. Cette première modification donna déjà un bon résultat. Mais il restait encore bien des défauts à corriger. Ainsi le nettoyage des coupes, exigeant le retrait des manchons, n'était pas pratique; on imagina un dispositif qui devait permettre d'ouvrir les coupes de l'intérieur du compartiment, ce qui facilitait en même temps la mise en place du manchon. La genouillère articulée du col de cygne devait être supprimée pour obtenir encore plus de rigidité, et on devait fixer le col de cygne ou le Bunsen directement sur le corps de la lanterne. Ces modifications étant faites, il fallait, en outre, s'imposer certaines conditions pour que le fonctionnement fût économique: augmenter la pression du gaz qui devait être portée de 120 à 130 millimètres d'eau de façon à obtenir un entraînement d'air suffisant, limiter la dépense horaire des brûleurs à 14 ou 15 litres de gaz riche; le pouvoir éclairant, dans ces conditions, ne devait pas descendre au-dessous de 1,5 carcel.

Tous ces desiderata ne pouvaient être obtenus qu'en construisant une lanterne d'un type nouveau.

Deuxième période. — *Essais en service régulier dans des trains express.* — Les nouvelles lanternes furent construites par la Société Internationale d'Éclairage par le gaz d'huile, suivant le modèle que nous représentons ici sur la figure 3. Le chapiteau diffère légèrement de celui des lanternes normales; un cylindre intérieur D, muni d'un

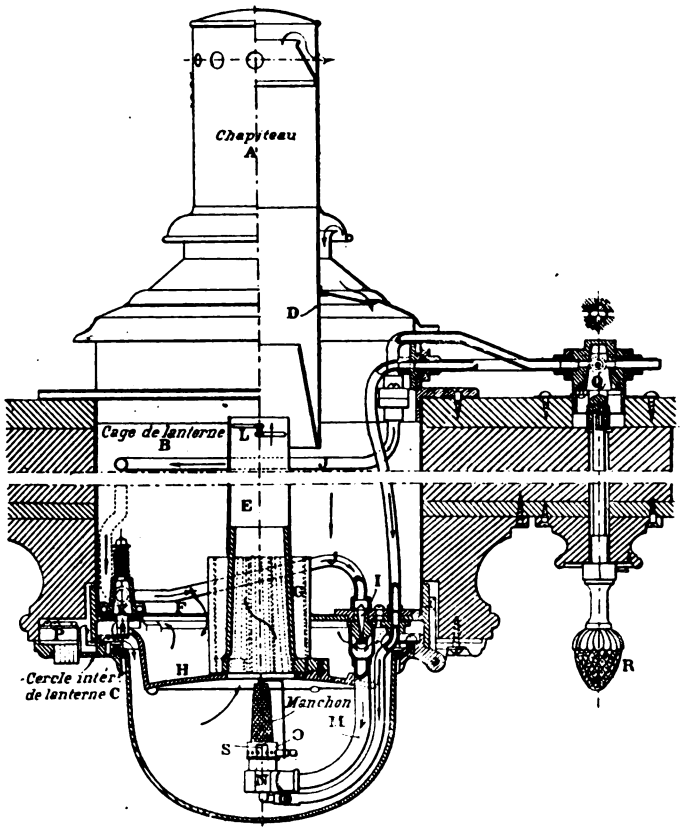


Fig. 3. — Premier type de lanterne, établi par la Société Internationale d'Éclairage.

cône d'aspiration, recouvre la partie supérieure de la cheminée en vue d'activer l'évacuation des produits de la combustion. La cage de la lanterne comporte : un diaphragme en fonte F, sur lequel se visse le réflecteur à récupération H; l'injecteur du Bunsen I raccordé au tuyau d'alimentation de gaz J, et le robinet d'isolement de la lanterne K manœuvrable de l'intérieur du compartiment après ouverture de la coupe. Le col de cygne se termine par le brûleur N, sur lequel est placée directement la galerie O supportant le manchon. Enfin, la partie inférieure de la lanterne est constituée par un cercle C à charnière, supportant la coupe et recevant le mécanisme du store et la serrure P accessible de l'intérieur de la voiture.

L'une de ces lanternes fut munie d'un dispositif de mise en veilleuse ou de secours en cas de rupture du manchon; la manœuvre était faite par les voyageurs à l'aide du bouton R. On dut renoncer à son emploi, car il donnait lieu à de fréquents ratés. D'ailleurs, l'expérience a démontré que les manchons ne se brisaient pas brusquement et que, par suite, le besoin d'un éclairage de secours ne se faisait jamais sentir immédiatement.

Trois de ces lanternes furent montées dans la voiture A 101; deux d'entre elles étaient munies de l'appareillage complet de la Société Internationale d'Éclairage avec manchons Lumen; la troisième avait le dispositif déjà essayé dans la voiture A 683 et le manchon y fut monté au moyen d'une suspension à trois tiges. Mais on dut renoncer à ce dernier dispositif, qui rendait incommode la mise en place des manchons.

Les résultats obtenus furent bien supérieurs à ceux de la première période. La première série des manchons (Lumen) atteignit des durées de 50 à 111 jours pour des parcours variant de 21 000 à 49 000 kilom. L'éclairage était très satisfaisant et mieux réparti qu'avec les lampes à gaz ordinaires; on pouvait facilement lire à toutes les places des banquettes.

Troisième période. — Ces essais étant assez encourageants, il fut décidé que l'expérience serait poursuivie sur un plus grand nombre de voitures, parmi lesquelles une de 2e classe et une de 3e classe. La

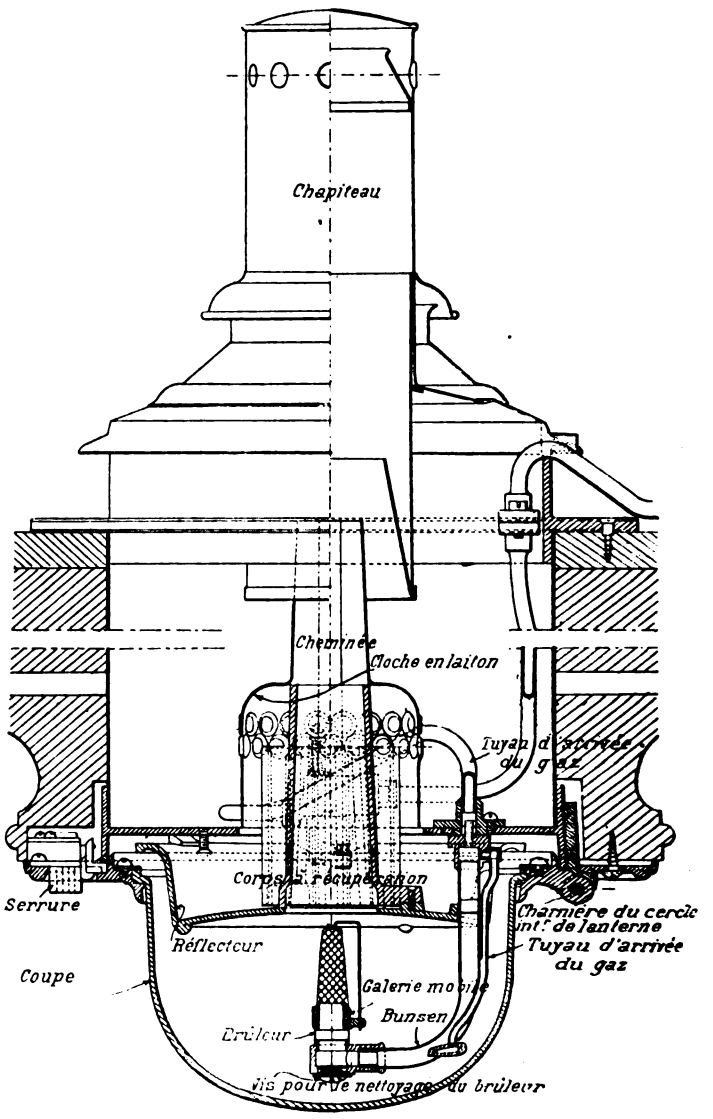


Fig. 4. — Second type de lanterne, établi par la Société Internationale d'Éclairage.

moitié des brûleurs furent munis de manchons Auer, l'autre moitié de manchons Lumen; l'une des voitures de 1re classe fut, sur la demande de l'Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction, alimentée avec le gaz de houille comprimé à 7 kilogr. En ce qui concerne les manchons Auer, on abandonna le type du brûleur de la Société française d'Incandescence, dont la trop grande longueur faisait remonter une partie du manchon dans l'épaisseur du pavillon des voitures; il fut remplacé par un brûleur type Est, coudé et portant l'injecteur dans la partie horizontale du coude, permettant ainsi de rapprocher le point lumineux du fond de la coupe.

Les relevés des résultats obtenus en service montrent que la durée des manchons variait entre 24 et 79 jours pour les manchons Auer et entre 10 et 111 jours pour les manchons Lumen. L'emploi du gaz de houille a donné lieu à la formation d'un dépôt rouge d'oxyde de fer sur les parties froides du manchon, dépôt qui n'influe guère sur

Digitized by Google

son pouvoir lumineux même après 60 jours, mais qui pourrait devenir plus abondant et nuisible si, comme on sera amené à le faire en pratique, on emmagasine le gaz sous une plus forte pression. Il paraît dû à l'attaque du fer du réservoir par l'oxyde de carbone renfermé en proportions notables (de 7 à 10 %) dans le gaz de houille.

Les essais entrepris sur les voitures de 2e et 3e classes ont donné moins de satisfaction ; en effet, les lanternes des voitures de ces classes ne s'ouvrant pas de l'intérieur des compartiments, les manipulations faites de l'extérieur étaient nuisibles à la durée des manchons ; leur service a néanmoins varié entre 30 et 40 jours.

Conclusions. — Les imperfections révélées par ces derniers essais peuvent se résumer ainsi :

a) Alimentation d'air insuffisante, ce qui a pour effet de diminuer le rendement lumineux du manchon ;

b) Impossibilité de régler à volonté la flamme de l'intérieur du compartiment ;

c) Introduction d'escarbilles dans l'intervalle compris entre le réflecteur et le fond de la cage de la lanterne.

On a remédié à ces inconvénients en employant une nouvelle lanterne (fig. 4) construite par la Société Internationale d'Éclairage par le gaz d'huile, et comportant les modifications suivantes :

Le diamètre des trous d'entrée d'air et celui de la cheminée ont été augmentés. Une vis permettant de régler le débit a été disposée à l'intérieur du compartiment. L'admission d'air se fait par la coupe. La cloche en laiton protège le corps à récupération contre l'introduction des escarbilles dans la cage de lanterne.

Le brûleur type Est a été également modifié dans ses dimensions (fig. 5) ; la tête mobile a été entourée d'une galerie ajourée pour retenir les débris des manchons et assurer ainsi l'éclairage en cas de rupture. Cet appareil fonctionne avec du gaz riche sous la pression de 150 millimètres d'eau et donne 2 carcels en consommant 15 litres de gaz.

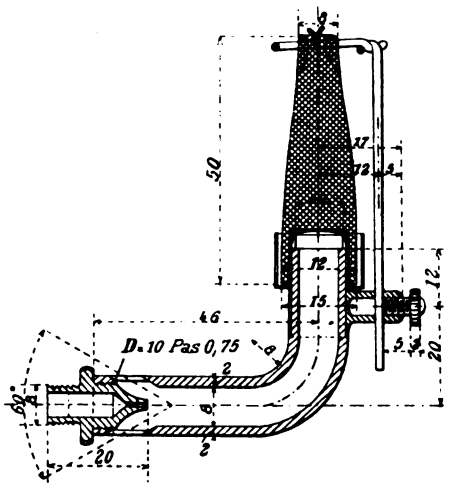


Fig. 5. — Coupe du brûleur, et manchon type Auer.

Ces résultats, dus aux études persévérantes de MM. Giraud, chef de laboratoire, et G. Mauclère, inspecteur du matériel roulant, sont en somme assez intéressants pour permettre d'en conclure que l'incandescence par le gaz est pratiquement applicable à l'éclairage des voitures de chemins de fer.

Essais entrepris par la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest. — Tandis que la Compagnie des Chemins de fer de l'Est étudiait l'application du manchon Auer à l'éclairage de ses voitures, la Compagnie des Chemins de fer de l'Ouest faisait récemment une application très intéressante du « Bec renversé » dont nous avons récemment donné la description (1). Cet appareil offre, parmi les systèmes d'incandescence par le gaz, l'avantage très appréciable, pour une voiture de chemin de fer, de ne comporter aucun organe susceptible d'intercepter la lumière ; en outre, la forme et la petitesse du manchon, qui est ici de forme sphérique, rendent ce dernier beaucoup moins fragile. Quant à la dépense, elle n'est que de 15 litres de gaz riche sous la pression de 120 millimètres donnant une intensité lumineuse de 2 à 3 carcels, tandis qu'il faut avec le bec Manchester 25 litres sous pression de 40 millimètres, pour fournir un peu moins d'une carcel.

Le type de lanterne à gaz adopté par l'Ouest a dû tout d'abord être modifié quant à l'adduction du gaz, puisqu'il fallait renverser la genouillère. Mais, dans de pareilles conditions, les gaz combustibles se rendant dans la cheminée du réflecteur enveloppaient le Bunsen et empêchaient, par suite, l'aspiration de l'air extérieur à travers les trous du brûleur ; l'appareil fumait et s'éteignait. Il fallait donc fournir deux chemins distincts à l'air d'alimentation et aux gaz provenant de la combustion ; de là le dispositif adopté par M. Mondin, inspecteur de l'éclairage, et qui réalise du premier coup le type de lanterne convenant à ce mode d'éclairage.

Ainsi que le représente la figure 6, le Bunsen est enfermé dans une capacité tronconique A en cuivre rouge, avec joints en amiante, qui l'isole complètement des produits de la combustion. Au moyen de trois tubes latéraux B, l'air extérieur pénètre seul dans la chambre de mélange du brûleur, tandis que les gaz de la combustion s'échappent vers le chapiteau de la lanterne. Le réflecteur en fonte émaillée de la lanterne primitive a été remplacé par un réflecteur en deux parties, et des prises d'air ont été ménagées sur tout le pourtour.

Avec une lanterne ainsi constituée, le bec renversé donne un rendement meilleur que lorsqu'il brûle à l'air libre. Cela s'explique aisément, car non seulement la séparation des produits gazeux est meilleure, mais encore l'air d'alimentation s'échauffe au contact de la mince paroi en cuivre du tronc de cône A ; il y a, en outre, récupération de chaleur pour le gaz qui, dans son parcours à travers la genouillère, est aussi réchauffé par les produits chauds de la combustion.

Après quelques essais qui ont donné, sur les lignes de Paris à Auteuil et à Mantes, de très bons résultats dès le début, il a été décidé que l'application en serait généralisée à toutes les voitures comportant l'éclairage au gaz.

Certains détails ont dû être étudiés et perfectionnés. C'est ainsi qu'on a constaté la présence de poussières pouvant, au bout d'un certain temps, obturer le trou de l'injecteur ; de là, une modification de cette partie du brûleur consistant simplement à renverser le cône

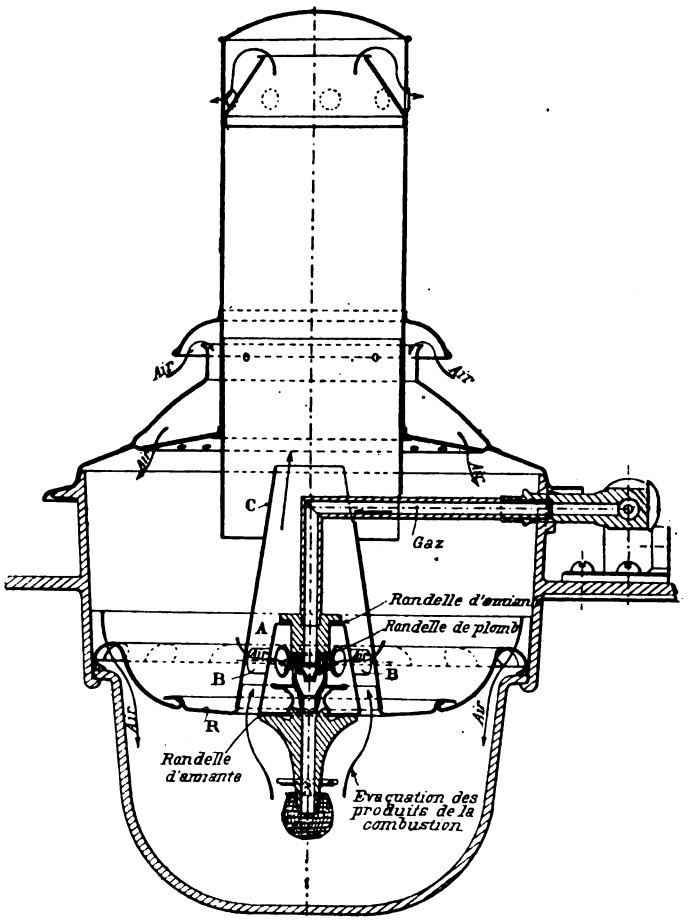


Fig. 6. — Lanterne du type de la Compagnie de l'Ouest, munie du Bec renversé.

de cet injecteur. Dans cette nouvelle position, le sommet du cône comportant le trou d'introduction du gaz se trouve à la partie supérieure, et les poussières glissent le long du cône pour se rassembler à la base.

Il y a lieu de remarquer que le nettoyage des lanternes et le changement des manchons se font par la couverture et non pas, comme à la Compagnie de l'Est, par l'intérieur des compartiments. La pratique a démontré que cette opération était moins dangereuse avec les manchons du bec renversé qu'avec les autres ; d'ailleurs, il serait difficile d'opérer autrement à la Compagnie de l'Ouest, où le public est admis à monter dans les voitures dès l'arrivée des trains en gare.

Contrairement aux conclusions des Chemins de fer de l'Est, la Compagnie de l'Ouest compte remplacer le gaz riche par le gaz de houille, qui offre des avantages au point de vue économique ; il ne consomme, en effet, avec le bec renversé, que 35 litres pour produire une intensité de 2,2 carcels il coûte trois à quatre fois moins cher que le gaz riche et il est facile de se le procurer dans tous les grands centres, ce qui dispense la Compagnie de fabriquer le gaz riche.

Les résultats au point de vue du pouvoir éclairant sont tels que, à n'importe quelle place du compartiment, nous avons pu lire une écriture assez fine sans le moindre effort et sans interrompre notre lecture, pendant le jour, au passage des tunnels.

Nous ne formulerons qu'une objection à l'emploi de ce genre de bec,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 9, p. 136.

Digitized by Google

c'est que la lumière disparaît totalement quand le manchon vient à se briser, tandis que dans le bec Auer, type Est, les résidus du manchon maintenus par la galerie restent en quantité suffisante pour qu'il n'y ait pas obscurité complète. Jusqu'à présent, cependant, l'expérience a démontré que ces manchons ne donnaient pas lieu à des ruptures brusques.

En définitive, le bec renversé, essayé à la Compagnie de l'Ouest, semble constituer une heureuse innovation qui sera très appréciée des voyageurs.

En dehors des essais entrepris dans ces deux Compagnies, la Compagnie des Chemins de fer P.-L.-M. se propose également d'étudier ce genre d'éclairage, bien que la question d'un meilleur éclairage ait déjà été résolue, à la satisfaction des voyageurs, par l'emploi du gaz d'huile mélangé d'acétylène, ce qui réalise déjà un très grand progrès sur l'ancien mode d'éclairage par le gaz d'huile seul. Cependant la question subsiste en ce qui concerne l'économie que l'incandescence permet de réaliser, tant par l'incandescence elle-même que par la substitution du gaz de houille au gaz d'huile et à l'acétylène, plus coûteux et demandant une préparation spéciale.

H. G.

JURISPRUDENCE

LES ACCIDENTS DU TRAVAIL

dans les industries multiples.

Une entreprise ne comporte pas nécessairement un seul objet; elle peut comprendre diverses industries ou s'occuper à la fois de production industrielle et de vente commerciale.

En tout cas, il est possible qu'un établissement soit assujetti à la loi du 9 avril 1898 pour telle ou telle branche de son industrie, tandis que ses autres applications ne rentrent pas dans l'énumération de cette loi.

Faut-il dire, alors, que tout le personnel de cet établissement pourra se prévaloir de la loi de 1898, quel que soit le travail auquel il est employé ?

Cette généralisation n'a pas été admise par la jurisprudence, parce qu'elle étendrait en dehors de son objet la nouvelle législation sur la responsabilité des accidents du travail.

Ainsi il a été jugé, le 18 février 1903, par la Cour de cassation, que si un même individu exerce, à la fois, l'une des industries visées par la loi du 9 avril 1898 et un commerce — lorsqu'il est, par exemple, en même temps, distillateur d'alcool et négociant en vins et liqueurs — il n'est soumis aux prescriptions de la loi ci-dessus qu'en la première de ces deux qualités. Et si un ouvrier, attaché à son service, et qui l'aide indifféremment dans ses opérations industrielles et commerciales, vient à être blessé en travaillant et réclame le bénéfice de la loi de 1898, il lui incombe, en tant que demandeur, de prouver que l'accident dont il a été victime s'est produit par le fait ou à l'occasion d'un travail se rattachant à l'exploitation industrielle de son patron, seule justiciable de ladite loi.

Voici les termes de l'arrêt :

La Cour,

Attendu que l'arrêt attaqué constate que B..., distillateur d'alcool, dont l'industrie est visée par la loi du 9 avril 1898, est, en même temps, négociant en vins et liqueurs, et, qu'à ce titre, il n'est pas soumis aux prescriptions de ladite loi; que R..., son ouvrier, l'aidait dans ses opérations industrielles, comme dans son commerce; que, le 8 novembre 1899, ce dernier a été victime d'un accident, dont il a demandé la réparation à son patron, en invoquant contre lui les dispositions de la loi du 9 avril 1898; qu'un jugement du Tribunal de première instance de Narbonne l'a admis à prouver « qu'au moment de l'accident, il surveillait les appareils à distiller et. durant les loisirs que lui laissait cette surveillance, s'occupait de la rectification des liqueurs et du rayonnage »;

Attendu que l'arrêt déclare « que cette preuve n'a pas été administrée; qu'on ignore complètement, après la lecture de l'enquête, dans quelles conditions et au cours de quelle opération l'accident est arrivé »;

Attendu que cette appréciation de l'enquête est souveraine, et, qu'en déboutant de sa demande R..., qui n'établissait pas que le travail, dans lequel il avait été victime de l'accident dont il poursuivait la réparation, eût été exécuté dans l'une des industries visées à l'article 1er de la loi du 9 avril 1898, ledit arrêt, d'ailleurs motivé, n'a violé aucun des articles visés au pourvoi;

Par ces motifs;

Rejette.

De même, la Cour de cassation a jugé, le 3 mars 1903, que lorsqu'un ouvrier d'une Compagnie minière invoque le bénéfice de la loi du 9 avril 1898 sur les accidents du travail, les juges justifient suffisamment le rejet de cette prétention, en déclarant, en fait, que l'accident n'est pas survenu dans l'exécution d'un travail industriel, que l'ouvrier en question n'était pas occupé à l'exploitation minière, qu'il était exclusivement employé dans le magasin de charcuterie annexé à l'établissement minier, que c'est en se livrant à un travail de boucherie qu'il s'est blessé, et qu'enfin le magasin où il travaillait n'avait pas le caractère industriel, la charcuterie dont s'agit se bornant à préparer la viande de porc pour la vendre en détail à la clientèle entourant l'établissement.

Ce sont les termes mêmes de l'arrêt, qui est ainsi conçu :

La Cour,

Sur l'unique moyen, pris de la violation de l'article 1er de la loi du 9 avril 1898 :

Attendu qu'il est constant, en fait, que l'accident dont a été victime le sieur B..., employé comme ouvrier par la Compagnie des mines de la Grand-Combe, n'est pas survenu dans l'exécution d'un travail industriel; que ledit ouvrier n'était pas occupé à l'exploitation minière; qu'il était exclusivement employé dans le magasin de charcuterie annexé à l'établissement minier, et que c'est en se livrant à un travail de boucherie qu'il s'est blessé;

Attendu qu'il résulte, d'autre part, de l'arrêt attaqué, que le magasin où travaillait la victime de l'accident n'avait pas le caractère industriel; qu'il est constaté, en effet, que la charcuterie dont s'agit se bornait à préparer la viande de porc pour la vendre au détail à la clientèle qui entoure l'établissement;

Attendu qu'en déduisant de ces constatations souveraines de fait que ledit B... n'était pas fondé à invoquer le bénéfice de la loi du 9 avril 1898, l'arrêt attaqué, loin de violer l'article visé au pourvoi, en a fait, au contraire, une juste application;

Par ces motifs :

Rejette, etc.

Dans tous ces cas où le travail, à l'occasion duquel l'accident est survenu, ne rentre pas dans l'énumération des industries assujetties à la loi du 9 avril 1898, la victime ne peut prétendre à des dommages-intérêts que dans les termes du droit commun, c'est-à-dire qu'il lui appartient de prouver que l'accident est imputable à la faute du patron ou de ses préposés (articles 1382 et suivants du Code civil).

Louis Rachou,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

VARIÉTÉS

Nouveaux raccords pour tuyauterie.

La nécessité de démonter et de remonter fréquemment et quelquefois fort rapidement les tuyaux métalliques ou autres, rend utile l'intervention de raccords durables, d'un maniement prompt et facile.

M. Durand vient de présenter à la Société d'Encouragement pour

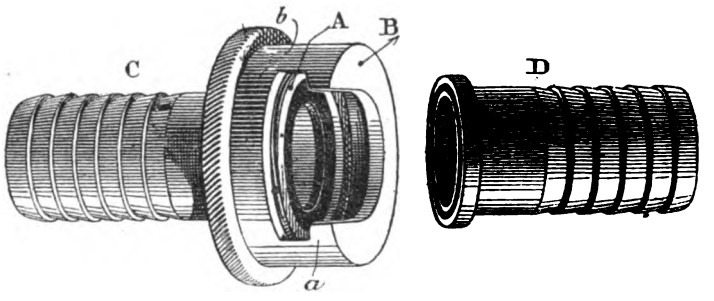


Fig. 1 — Raccord Durand démonté.

l'Industrie Nationale (1) diverses dispositions de raccords pour tuyauterie qui paraissent réaliser pleinement ces conditions. Variant selon la nature et la destination des tuyaux (tuyaux métalliques, en caoutchouc, pour vapeur, pour liquides, pour pompes à incendie, etc.), ces dispo-

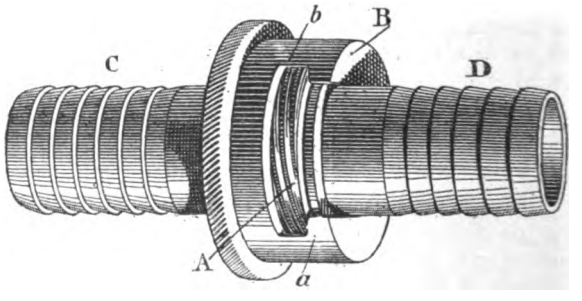


Fig. 2. — Raccord Durand accouplé.

sitions reposent toutes sur une même idée, qui consiste à ne pas séparer complètement les deux parties d'un raccord à vis ordinaire (fig. 1

(1) *Bulletin de la Société d'Encouragement*, mai 1903.

Digitized by Google

et 2); la partie mobile B, formant écrou ne quitte jamais la partie fixe A, formant vis; l'écrou B n'est jamais retiré, mais seulement desserré.

Le joint entre deux tuyaux C et D se fait alors par rapprochement et compression; leurs extrémités sont munies, à cet effet, d'embases spéciales. Pour en permettre la séparation, qui peut toujours devenir utile, l'écrou B est muni d'une entaille latérale *ab* formant ouverture sur un peu plus du quart de sa circonférence et sur la moitié de la hauteur de la boîte à deux fonds que forme l'écrou; cette ouverture permet ainsi de retirer par le côté le tuyau mobile avec son embase, et d'opérer commodément la séparation des différents tuyaux.

Ce dispositif évite tous les tâtonnements ou engagements à faux pour la prise de l'écrou sur la vis; les deux fonds de la boîte écrou ne laissant, par leur distance, qu'un faible jeu, il suffit de serrer d'un quart ou d'un demi-tour pour emboîter le tuyau mobile, et de desserrer de la même quantité pour déboîter.

Les applications pratiques de ces raccords sont encore peu nombreuses, mais, d'après M. Imbs, qui a examiné ce système en qualité de rapporteur, elles donnent des résultats satisfaisants surtout par leur grande simplicité.

Presse-étoupe à garnitures métalliques.

Les hautes pressions, de 12 kilogr. et plus, jointes à l'emploi de vapeur surchauffée à plus de 300 degrés, obligent maintenant les constructeurs à rechercher des presse-étoupes d'une résistance toute spéciale.

Nous empruntons à la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* la description des stuffing-box à garniture métallique, système Schwabe, que fabrique la maison Breitfeld et Cie, de Prague, et qui semblent convenir dans les cas de ce genre.

Au lieu de bronze ou d'alliages, il n'est ici fait usage que de fonte de très bonne qualité pour les bagues du presse-étoupe sur les figures 1 et 2. Chaque bague D est logée dans une couronne K,

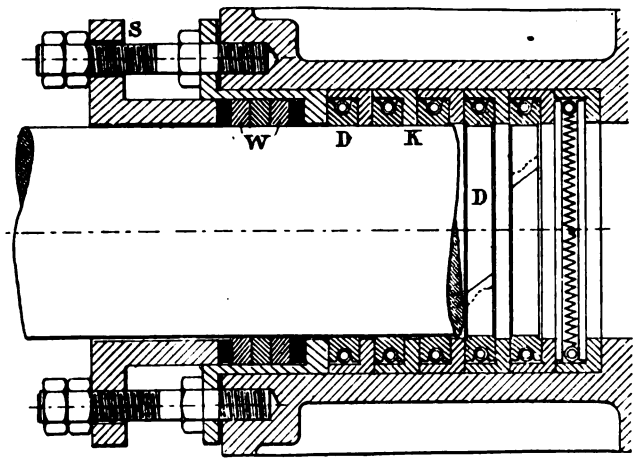


Fig. 1. — Coupe longitudinale du presse-étoupe.

également en fonte, et se compose de trois segments, à extrémités taillées en biseau (fig. 3) qu'un ressort circulaire, visible sur les figures 1 et 2, tend à serrer sur la tige de piston. Le jeu, dans le sens perpendiculaire à l'axe de la tige, est notable et permet un fonctionnement très doux, même avec de légères déformations du piston.

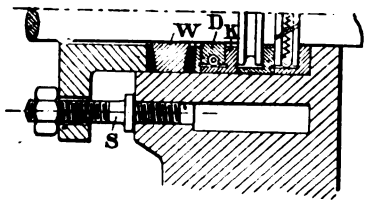


Fig. 2. — Demi-coupe longitudinale.

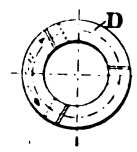


Fig. 3. — Bague en fonte.

L'alésage intérieur des bagues est fait rigoureusement au diamètre de la tige; si cette condition est bien remplie, la garniture est étanche et l'usure des bagues minime.

Une garniture molle W supporte le bourrage produit par les boulons S et empêche que la pression soit excessive sur les rondelles et sur leurs alvéoles.

Les figures 4 et 5 montrent en coupe le dispositif employé pour la vérification des qualités de l'appareil. Un canal étant percé dans la paroi du stuffing-box, et mis en communication avec chaque alvéole, un tube d'acier percé d'un trou y était enfoncé, plus ou moins profondément, de façon à recueillir, dans un quelconque des intervalles des bagues, la vapeur ayant filtré jusque-là.

Un indicateur (fig. 4) ou un thermomètre (fig. 5) permettaient de

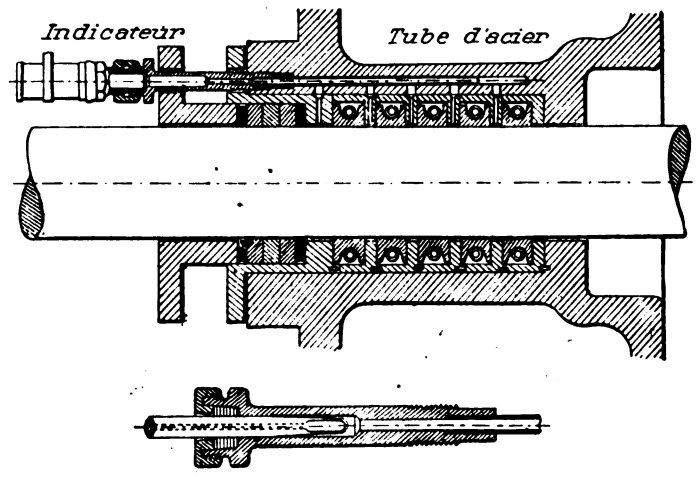


Fig. 4 et 5. — Dispositif d'essais.

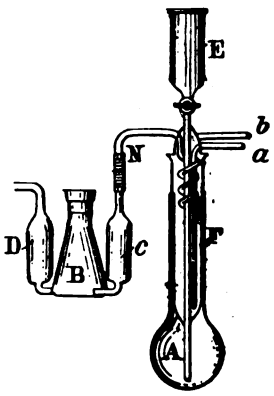
constater la température et la pression de cette vapeur. Si la tige du piston présentait un point défectueux, la courbe de l'indicateur le faisait aussitôt reconnaître par une augmentation de la pression, au point correspondant du diagramme.

Appareil pour le dosage du soufre dans le fer et dans l'acier.

Un procédé fréquemment appliqué pour doser le soufre dans le fer est basé sur l'attaque de l'échantillon par l'acide chlorhydrique; on recueille ensuite dans la solution d'un sel métallique l'hydrogène sulfuré qui se forme.

Les éprouvettes combinées pour cette opération par M. Kleine, et que représente la figure ci-contre, évitent les inconvénients des bouchons de caoutchouc, bientôt détériorés par les acides, et des bouchons à l'émeri qu'il est souvent impossible d'ouvrir.

Les gaz produits dans l'éprouvette A se dégagent en F, parcourent le serpentin situé dans le réfrigérant supérieur, et arrivent par N dans les ballons d'absorption B, C, D. Les ballons C et D empêchent toute perte de la solution du ballon B, en cas de surpression, dans un sens ou l'autre, qui tendrait à la chasser de B. Le réfrigérant est alimenté par les tuyaux *a* et *b*.



L'expérience se fait comme suit: une solution ammoniacale d'un sel de cadmium est versée en B, et l'échantillon de fer (5 ou 10 grammes) est placé en A, à l'état de limaille très fine. On ajoute, par l'entonnoir E, 100 centimètres cubes d'eau et 70 centimètres cubes d'acide chlorhydrique concentré; on chauffe légèrement. Quand la dissolution est complète, le sulfure de cadmium formé en B est filtré et dosé, après addition de $2^{cm3}5$ de solution d'amidon et 300 centimètres cubes d'acide chlorhydrique concentré, au moyen de la solution d'iode, par l'apparition de la teinte bleue.

La solution d'iode contient régulièrement $7^{gr}928$ d'iode et 25 grammes d'iodure de potassium par litre d'eau, de sorte que 1 centimètre cube corresponde à 1 milligramme de soufre. Tout calcul est ainsi supprimé.

La solution de cadmium se prépare en dissolvant 20 grammes de sulfate de cadmium dans 400 centimètres cubes d'eau, avec 600 centimètres cubes d'ammoniaque.

La solution d'amidon (10 grammes par litre d'eau, avec cuisson prolongée) peut être conservée par l'addition d'un peu d'acide salicylique.

L'auteur de ce procédé assure, dans le *Stahl und Eisen*, qu'un opérateur, muni de 15 appareils, peut faire jusqu'à 60 analyses par jour.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 10 août 1903.

Aérodynamique. — I. — *La théorie du champ acoustique et le frottement intérieur des gaz.* Note de M. P. CHARBONNIER, présentée par M. le général Sebert.

On sait que le frottement intérieur ou viscosité des gaz est mis en évidence et mesuré par le mouvement que prend un plan solide S_1 primitivement au repos, quand, dans son voisinage, une autre surface plane solide S_0 parallèle est animée d'un mouvement déterminé dans son plan. La théorie cinétique des gaz attribue cette transmission de mouvement à la pénétration de proche en proche dans le milieu de molécules gazeuses animées, au contact de la surface S_0, d'une certaine vitesse.

M. Charbonnier applique, au contraire, la théorie du champ acoustique à l'explication de ce phénomène, et en conclut que les mesures où l'on essaye de déterminer ce frottement ne font connaître, en réalité, que la valeur du coefficient de frottement du gaz sur le solide employé comme surface fixe.

On peut remarquer que la loi de l'indépendance du frottement intérieur et de la pression du gaz devient une loi analogue, entre gaz et solide, à celle que l'expérience a vérifiée pour le frottement entre deux solides.

II. — *Sur l'aérodynamique et la théorie du champ acoustique.* Note de M. le général SEBERT.

La Note de M. le commandant Charbonnier, de l'artillerie coloniale, sur la théorie du champ acoustique, présentée à l'Académie dans la séance du 20 juillet dernier, et sa nouvelle Note sur l'application de cette théorie à la détermination du frottement intérieur des gaz, sont de nature à appeler de nouveau l'attention sur les phénomènes sonores qui se produisent au passage, dans l'atmosphère, de mobiles animés de mouvements très rapides et sur les conséquences que la connaissance de ces phénomènes peut entrainer pour les théories acoustiques et pour l'aérodynamique en général.

C'est en 1887, au cours d'études relatives au fusil Lebel, que M. le colonel Journée a observé, dans le tir des armes à grande vitesse initiale, la production d'un bruit violent analogue à une détonation, parfois suivi d'une sorte de roulement prolongé, paraissant émaner du projectile même et distinct du bruit produit par l'explosion de la charge de l'arme.

Ensuite furent publiées les remarquables expériences du docteur Mach, de Vienne, sur la fixation photographique des phénomènes auxquels donne lieu le projectile pendant son trajet dans l'air. Les photographies montraient, pour les projectiles animés de vitesses supérieures à 340 mètres, l'existence d'ondes à contours permanents ou ondes stationnaires mises en évidence par les variations du pouvoir réfringent des couches d'air ébranlées.

M. Moisson, en 1891, discuta ces expériences, au point de vue physique. Il rappela accessoirement le phénomène des auréoles, souvent observées dans le tir des projectiles, et il attribua le bruit produit par le projectile, et qu'il désignait sous le nom de claquement, par la rentrée brusque de l'air dans le vide qui se produit à l'arrière.

M. Charbonnier a donné finalement une nouvelle théorie, qui donne le moyen d'établir, pour chaque point de l'espace, l'équation définissant l'état sonore de ce point quand l'atmosphère est parcourue par un mobile dont le mouvement est connu. Elle permet de déterminer les contours de la région ébranlée à chaque instant, dénommée par lui champ acoustique, et elle donne la forme de l'onde neutre qui sépare, à chaque instant, les portions antérieure et postérieure de ce champ acoustique, portions dans lesquelles les vitesses de déplacement des molécules gazeuses sont de signe contraire. Par le tracé des courbes d'égale vitesse de ces molécules gazeuses, M. Charbonnier donne le moyen de représenter complètement, à chaque instant, un champ acoustique donné.

Chimie agricole. — *Sur l'analyse mécanique des sols.* Note de M. Th. SCHLOESING.

M. Schlosing a déjà montré qu'il est possible de classer en un certain nombre de lots, dans l'ordre de grandeur décroissante, les sables fins d'une terre végétale, en ayant recours à la fois aux temps que ces sables emploient à parcourir au sein de l'eau une hauteur donnée, et aux poids des dépôts formés pendant les intervalles successifs de ces temps.

Il décrit aujourd'hui l'appareil destiné à cette analyse, et dont la pièce essentielle est une allonge cylindrique terminée d'un côté par un goulot, de l'autre par un entonnoir évasé et un bout de tube qui n'a pas plus de 0cm 3 de diamètre intérieur sur 1cm 5 de longueur. Ce tube est assez étroit pour que l'allonge, remplie d'eau et placée debout sur un support, le goulot bouché, retienne indéfiniment son liquide.

Un dispositif automatique pourvoit au remplacement des capsules qui reçoivent les catégories successives de dépôts; car l'expérience dure plus de vingt heures.

Cette classification ne peut naturellement avoir une grande précision. En effet, les vitesses de chute dépendent à la fois de la pesanteur et d'actions retardatrices du liquide ambiant. Tous les sables des sols ayant à peu près même densité, on peut dire que l'action de la pesanteur est proportionnelle à leurs volumes, tandis que la résistance de l'eau dépend surtout de leurs surfaces et de leurs formes, dont la diversité produit des résultats un peu arbitraires.

Chimie minérale. — *Description d'un nouvel appareil pour la préparation des gaz purs.* Note de M. Henri MOISSAN.

Pour la *dessiccation* des gaz, M. Moissan remplace l'ensemble habituel, si compliqué, des multiples flacons à tubulures, par deux petits appareils en verre. Le premier se compose d'un cylindre fermé muni de deux tubulures en verre; l'une plonge presque jusqu'au fond du cylindre, l'autre débouche dans la partie intermédiaire.

Le second, qu'on dispose à la suite du précédent, est un tube en U portant sur une branche quatre boules et, sur l'autre, deux boules plus petites. Ces étranglements successifs forcent le gaz à se mélanger et à s'étaler le long des parois. Ces deux appareils sont placés dans des vases de Dewar remplis de liquides réfrigérants à des températures qui varient de — 30 à — 200 degrés. On utilise pour dessécher les gaz, au moyen de cet appareil, le procédé purement physique de la condensation de l'eau à très basse température.

En ce qui concerne la *purification* des gaz, on s'était, jusqu'ici, contenté, le plus souvent, d'obtenir un dégagement très long de façon à chasser, autant que possible, l'air des appareils le plus souvent très volumineux. Le principe de l'appareil de M. Moissan consiste à liquéfier le gaz dans un tube de quelques centimètres cubes de volume, puis à le solidifier et à faire le vide dans cet appareil au moyen d'une trompe à mercure. On laisse ensuite le corps solide reprendre l'état liquide, puis l'état gazeux et se dégager par un simple retour à la température ordinaire. Si le gaz solidifié est pur, on peut le recueillir dans des flacons pleins de mercure, si ce métal n'est pas attaqué. Si le gaz solidifié est impur, par suite d'une préparation défectueuse, on détermine une distillation fractionnée et l'on sépare les produits gazeux qui se dégagent au commencement et à la fin de l'opération. On peut ainsi recueillir le gaz qui se produit lorsque le point d'ébullition est constant.

Géologie. — *Sur le passage du Rhin par la vallée du Doubs et la Bresse pendant le Pliocène.* Note de M. le général DE LAMOTHE.

L'étude des anciennes alluvions du bassin du Doubs a conduit l'auteur, d'après la constitution des lits de galets roulés dont les natures diffèrent complètement suivant les étages considérés, aux conclusions que voici :

1° Le Rhin a, pendant une longue période, suivi les vallées du Doubs et de l'Allaine, entre Delle et Dôle; il les a creusées sur une profondeur de 120 à 130 mètres, jusqu'à 15 à 20 mètres au-dessus du thalweg actuel;

2° Le passage du Rhin par la vallée du Doubs a eu lieu pendant le Pliocène moyen et une partie du Pliocène supérieur;

3° Postérieurement à cette époque, la vallée du Doubs a encore été creusée de 15 à 20 mètres par le Doubs et ses affluents, remblayée sur 20 mètres avec des matériaux jurassiens et vosgiens, puis déblayée.

Météorologie. — *Le cercle de Bishop, couronne solaire de 1903.* Note M. F.-A. FOREL.

La réapparition de la couronne solaire désignée sous le nom de *cercle de Bishop* vient d'être constatée, du 1er au 4 août. C'est une couronne circumsolaire formée de deux parties : immédiatement autour du soleil est un limbe d'argent bleuté, éclatant, bordé extérieurement par un cercle rouge cuivré qui se fond en dehors avec le bleu du ciel.

Le cercle cuivré solaire a été observé pour la première fois à Honolulu (îles Sandwich), en 1883, neuf jours après l'éruption du Krakatoa; il a été visible depuis lors dans des latitudes de plus en plus élevées; en 1884, on l'a observé en Suisse et dans toute l'Europe centrale; il a été vu jusqu'en juillet 1886.

On a interprété les phénomènes de 1883-1886, en admettant l'existence d'un anneau de poussières volcaniques extrêmement fines, entourant la Terre dans les hautes couches de l'atmosphère; la couronne du cercle de Bishop était un phénomène de diffraction, causé par ces poussières.

Ce phénomène se reproduit presque exactement dans les mêmes conditions cette année; il était attendu à la suite des grandes éruptions, si riches en cendres volcaniques, de la Martinique du printemps de 1902. Mais ces manifestations, depuis 1902, sont discontinues, au lieu qu'en 1884-1886 elles avaient présenté une continuité remarquable.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Avaries d'essieux du matériel des chemins de fer allemands. — Les ruptures d'essieux peuvent avoir les conséquences les plus graves, surtout lorsqu'elles se produisent dans le corps ou dans l'une des portées de calage, parce qu'elles sont presque toujours accompagnées du déraillement du véhicule avarié. Aussi les Compagnies de chemins de fer se sont-elles attachées à donner à ces organes les formes les plus rationnelles et à surveiller de très près leur fabrication; en outre, elles réforment prudemment ceux d'entre eux qui sont arrivés à la limite d'usure qu'elles ont assignée *a priori*, ou ceux même qui sont douteux. D'ailleurs une statistique des parcours des essieux est tenue dans chaque Compagnie et il est facile de suivre ceux-ci pendant la durée de leur service. Ces statistiques permettent de tirer des enseignements précieux, surtout lorsqu'elles s'étendent à plusieurs administrations, comme c'est le cas pour l'Union des chemins de fer allemands. La *Revue générale des Chemins de fer*, d'août, a publié une étude intéressante sur ce sujet.

Elle donne d'abord quelques indications sur les effectifs et parcours kilométriques des véhicules des chemins de l'Union, puis sur la classification par nature de métal (fer, acier Bessemer, acier Martin, acier au creuset). Elle relève les nombres annuels d'avaries d'essieux et notamment les ruptures dont la proportion est, en moyenne, de 70 pour les locomotives et tenders et de 50 pour les voitures et wagons. Les amorces de ruptures sont près de dix fois plus nombreuses, tout au moins pour ces derniers véhicules. Des chiffres précédents, il résulte qu'il se produit environ 5 ruptures par an pour 10 000 essieux de locomotives et de tenders et 0,62 rupture pour la même quantité d'essieux de voitures et de wagons.

On a constaté que les essieux freinés étaient plus sujets à s'avarier et que les ruptures étaient beaucoup plus fréquentes en hiver qu'en été. Les essieux soumis à de fortes charges ou placés sous des véhicules de trains express ont aussi plus de chances de se rompre. Enfin, au point de vue de la nature du métal constituant, c'est l'acier Martin qui offre le plus de garanties.

L'auteur de cette étude, M. BIARD, Ingénieur au Chemin de fer de l'Est, en tire des conclusions relatives aux mesures à prendre pour réduire les avaries d'essieux. Il conseille de calculer largement leurs dimensions, de n'admettre que des métaux de choix, de réformer tout essieu ayant subi un chauffage intense ou reçu un choc violent dans un accident, enfin, de vérifier soigneusement les fusées avant le montage de l'essieu.

Perfectionnements futurs de la locomotive américaine. — Dans son numéro de juillet, le *Bulletin du Congrès des chemins de fer* expose quelques considérations développées dans la *Railroad Gazette*

Digitized by Google

par M. Goss, professeur à l'Université de Purdue, sur les perfectionnements à apporter à la locomotive américaine. Il reconnait que les types actuels sont en nombre trop restreint pour être appropriés, dans tous les cas, aux services si variés qu'exige une grande exploitation de chemins de fer. A ses yeux, ce que l'ingénieur européen considère comme une simplification, au point de vue de la réduction du prix d'établissement et de la commodité des réparations, doit être plutôt envisagé comme une infériorité. Aussi convient-il de spécialiser les types de locomotives, ainsi qu'on le fait en Europe. Il prévoit que le poids et la puissance de ces machines, qui se sont déjà considérablement accrus depuis dix ans, iront encore en augmentant. Il appelle l'attention des constructeurs américains sur leur tendance systématique à combattre l'introduction, dans les locomotives, de nouveaux dispositifs ingénieux ou économiques, sous prétexte de complications. Ce qu'il faut condamner, c'est non pas la multiplicité des organes qui, le plus souvent, permet à la locomotive de mieux assurer ses fonctions, mais la défectuosité d'un système mal établi.

Dans cet ordre d'idées, l'auteur préconise l'emploi de chargeurs automatiques de combustible qui donnent le moyen de reculer la puissance effective des chaudières, actuellement limitée par la force musculaire du chauffeur. Il fait l'éloge de la locomotive compound à quatre cylindres du système de Glehn, qui a été adoptée, en France, par toutes les Compagnies de chemins de fer, pour la remorque de leurs trains rapides et même, pour quelques-unes d'entre elles, de leurs trains de marchandises. Il compare ce type de machine à la locomotive américaine, dont il analyse les défauts, sans faire ressortir, comme contrepartie, les qualités qui lui sont propres. Son but n'est pas, d'ailleurs, de déconsidérer les types de machines de son pays, mais de stimuler les constructeurs américains en vue des perfectionnements à apporter à leurs locomotives. Il voudrait qu'à l'avenir le système compound leur fût largement appliqué, avec répartition des efforts sur deux essieux, et aussi que les conditions d'équilibrage des masses animées d'un mouvement alternatif fussent mieux étudiées, afin de moins fatiguer la voie qui, du reste, pour les lignes principales, devrait reposer sur du béton, au lieu de ballast.

CONSTRUCTION DES MACHINES

Entretoises réglables des locomotives de l'État danois. — Les mandrinages fréquents des tubes de locomotives, destinés à étancher les fuites, provoquent un certain allongement des plaques tubulaires, ce qui facilite généralement la formation d'un pli dans le congé de raccordement avec le ciel de foyer. C'est donc une amorce de rupture, à laquelle on a cherché à remédier, en facilitant la dilatation de la plaque tubulaire, c'est-à-dire en permettant à la partie antérieure du ciel de foyer de se soulever malgré sa liaison avec la paroi supérieure de la boite à feu. Les tirants à libre dilatation ont été créés dans ce but, mais ils n'agissent efficacement qu'en l'absence de pression dans la chaudière; aussitôt que cette pression est établie, elle rabat le ciel de foyer de la quantité dont la plaque s'est allongée et le pli, dont il a été question ci-dessus, se reforme.

M. Basse, Ingénieur en chef des chemins de fer de l'État danois, a appliqué aux locomotives de son réseau des entretoises réglables, qui donnent le moyen de combattre cette cause de destruction des plaques. L'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens* en a donné, dans son numéro de juin, une description détaillée.

Ces entretoises sont vissées et rivées dans les parois de foyer à la façon ordinaire; l'autre extrémité, qui traverse librement la paroi extérieure de la boite à feu, est terminée par une partie filetée, munie d'un écrou, et s'appuyant sur le bout d'un fourreau vissé dans la paroi susdite. Un écrou borgne protège l'extrémité extérieure en saillie de ce fourreau. Après le remandrinage des tubes de la plaque, on a le soin de desserrer les écrous des entretoises réglables et, lors de la mise en feu, lorsque les parois de foyer ont pris, sous l'influence combinée de la pression et de la dilatation, leur position d'équilibre, on resserre les écrous, de manière à assurer l'invariabilité des liaisons. Cette disposition, qui peut, à première vue, paraître compliquée, offre l'avantage d'augmenter la durée des entretoises et des plaques de foyer.

Entretoises de foyers de locomotives. — Les ruptures fréquentes d'entretoises de foyers, qui se manifestent notamment sur les locomotives des types les plus récents, soumises à un régime particulièrement pénible, ont incité les Ingénieurs de chemins de fer à rechercher s'il ne conviendrait pas de substituer au cuivre, pour la confection de ces entretoises, des métaux mieux appropriés aux nécessités modernes. M. Webb a entrepris, dans ce but, une longue série d'essais dont les résultats ont été consignés dans le *Bulletin du Congrès des Chemins de fer*, du mois de juillet.

Sauf quelques locomotives de modèles spéciaux, toutes les machines de la Compagnie anglaise du North Western Railway sont munies d'entretoises de foyers en cuivre, qui fournissent, en moyenne, un parcours de 1 358 kilom. pour chacune d'elles, avant rupture. Différents alliages ont été expérimentés à cette Compagnie, pour remplacer le cuivre, et entre autres, un laiton à 40 °/₀ de zinc, dont la durée a été seulement de 421 kilom. par entretoise. On constata que ce métal avait tendance à se criquer facilement et que les filets se rongeaient assez vite. Un laiton à 7 °/₀ de zinc a fourni des résultats bien supérieurs, mais que l'auteur ne considère pas comme assez concluants. La même remarque peut s'appliquer à un alliage de cuivre et d'étain dans la proportion de 3 °/₀ de ce dernier métal. Le cupro-aluminium, dont la supériorité a été reconnue dans maintes applications, n'a pas donné, sous forme d'entretoises, les résultats qu'on en attendait, quoique sa résistance et sa faculté d'allongement soient doubles de celles du cuivre. Des ruptures nombreuses se sont produites en service et les plaques de foyers se déformaient. L'examen de la texture de ces entretoises a montré l'existence de cristaux plus ou moins gros, indice d'une assez grande fragilité. Nous mentionnerons seulement les essais faits avec l'acier, métal trop dur, qui ne se prête pas au rivetage à froid.

M. Webb tire, de son étude, les conclusions suivantes: les entretoises de foyers doivent être constituées par un métal dont la résistance ne s'abaisse pas trop à la température d'environ 250 degrés, à laquelle peuvent être soumises ces pièces, mais qui, néanmoins, ne présente pas trop de dureté. Sa ductilité, qui se traduit par une faculté d'allongement plus ou moins grande, doit être supérieure à celle du métal constitutif des plaques dans lesquelles sont vissées les entretoises. Le cuivre pur paraît répondre beaucoup mieux à ces desiderata que les alliages qu'il forme avec le zinc, l'étain ou l'aluminium. Toutefois, nous ajouterons que le cupro-manganèse, qui a été appliqué en France sur une assez vaste échelle pour la confection des entretoises, semble se mieux comporter que le cuivre dans les foyers de locomotives à timbre élevé.

ÉLECTRICITÉ

Pompes électriques des égouts de New-Orléans. — L'*Electrical Rewiew*, du 4 juillet, décrit les stations de pompage électrique employées à New-Orléans pour desservir le système d'égouts. Une caractéristique de l'installation est sa marche intermittente, la pleine puissance n'étant nécessaire que pendant les orages. La transmission électrique a permis de réduire beaucoup le personnel, en concentrant dans une usine unique la production de l'énergie qui est ensuite distribuée aux cinq stations.

Les pompes sont, ou horizontales et hors de l'eau, ou verticales et immergées. Dans ce dernier cas, une petite pompe auxiliaire permet de vider la fosse, pour donner accès à la pompe pendant les réparations. Chaque pompe est actionnée par un moteur synchrone à courant alternatif à 3 150 volts et 25 périodes. Le démarrage s'effectue en mettant en marche simultanément la génératrice et la réceptrice. A cet effet, chaque station est reliée à l'usine par deux feeders, et le tableau comporte deux séries de barres, dont l'une peut servir au démarrage.

La puissance des moteurs varie de 220 à 375 kilowatts, la hauteur d'élévation de 3 à 4 mètres. Chaque station renferme en outre une commutatrice qui fournit du courant continu à 125 volts pour l'éclairage et l'alimentation de petits moteurs (pompes auxiliaires, manœuvre des vannes, machines-outils).

MÉTALLURGIE

Choix des matériaux réfractaires pour les fours industriels. — M. Osann étudie dans le *Stahl und Eisen*, du 15 juillet, les conditions que doivent remplir les matériaux réfractaires industriels et les difficultés que présente leur choix pour l'ingénieur chargé de construire des fours ou des hauts fourneaux.

Il examine le cas des fours à flamme, où les briques sont exposées généralement à l'action de scories, en même temps qu'à la chaleur; les fours à cuve et cubilots, où les parois subissent le frottement des charges qui descendent contre elles, les changements brusques de température (surtout dans les cubilots de fonderie); les hauts fourneaux, où des conditions très diverses de température et de fluidité des matières se rencontrent soit dans le foyer, soit dans la cuve.

L'auteur signale divers produits naturels mis récemment en usage en Allemagne et qualifiés improprement de kaolin. Des expériences sur la résistance de ces matériaux ont été faites par les professeurs Seger et Cramer. On a aussi employé des briques à base de charbon.

En ce qui concerne les hauts fourneaux, une condition primordiale de conservation des briques est la permanence d'un bon refroidissement des parois. Les auteurs indiquent diverses teneurs en argile comme convenant aux briques de telle ou telle région du fourneau; on ne peut guère se baser sur des appréciations si variées; les conditions de porosité qui sont parfois exigées sont aussi d'une valeur douteuse. Il faut tenir compte de la pression exercée par la masse de fonte liquide, et, pour lui résister, avoir des briques de grandes dimensions et très bien appareillées, sans chercher à accroître outre mesure leur teneur en argile. Il y a généralement deux zones plus exposées à la destruction, l'une supérieure, vers le gueulard, où la température est de 300 à 400 degrés, et l'autre inférieure, où la température approche de 1 000 degrés.

M. Osann examine les qualités des briques à base de charbon, de magnésie, les combinaisons qui se forment avec les produits chimiques en contact, et termine par quelques conseils pratiques sur la manière de choisir les matériaux que l'on est appelé à employer.

MINES

Composition des gaz recueillis dans les mines. — Le *Dinglers Polytechnisches*, du 1er août, reproduit une étude de M. Lidoff, qui fait ressortir les limites étendues dans lesquelles varie la composition du grisou.

Ce gaz est en majeure partie constitué par du méthane; cependant Schondorf donne l'analyse d'un gaz recueilli à Oberkirchen, avec 60 °/₀ seulement de méthane, 37 °/₀ d'éthane et 2,2 °/₀ d'acide carbonique.

Playfair indique, pour les gaz de plusieurs mines anglaises, des teneurs en méthane variant de 77,5 à 98,2 °/₀.

Au contraire, d'après Kurnakoff, dans le bassin du Donetz, on ne trouve que 52 à 70 °/₀ de méthane.

Parfois le gaz n'est pour ainsi dire composé que d'acide carbonique; c'est le cas bien connu des houillères de Rochebelle.

Outre les lampes de sûreté habituelles, certains appareils ont été proposés comme indicateurs de grisou (appareils Rosenthal, Simmons, etc.).

Les recherches de Lindsey-Wood semblent avoir bien démontré que le grisou est occlus dans les pores du charbon sous une forte pression et se dégage à mesure que la masse poreuse vient au contact de la pression atmosphérique.

M. Lidoff rappelle les recherches qu'il a faites lui-même sur cette composition variable du grisou, notamment à la fosse Albert des mines de Gorlowka; le méthane a été dosé par l'oxyde de cuivre ou par combustion dans l'air au moyen de l'électricité; le résidu a été examiné par réaction avec le magnésium pur; il contenait, outre l'azote, un peu de gaz inerte renfermant du carbone.

Enfin il y a lieu de ne pas oublier que, d'après les découvertes récentes, en particulier de M. Schlœsing, les gaz de mines renferment une petite proportion d'argon.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Les travaux scientifiques de la station frigorifique d'expériences de Munich. — Le laboratoire frigorifique de Munich ayant cessé, l'an dernier, de subsister sous cette forme, M. Linde rappelle, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 25 juillet, les études poursuivies, à différentes époques, relativement aux machines utilisant les

Digitized by Google

quatre corps suivants : ammoniaque, acide carbonique, protoxyde d'azote, air liquide.

Cinq machines à compression d'ammoniaque ont été, en 1893, l'objet des essais d'une Commission du Polytechnischer Verein de Munich ; les progrès, par rapport aux essais de 1890, ont été très sensibles, et l'auteur reproduit, dans un tableau très complet, toutes les mesures et calculs de rendements faits à ce sujet.

Les recherches relatives aux machines à acide carbonique ont été publiées en 1895 dans la *Zeitschrift*. M. Linde en esquisse brièvement la théorie.

Le protoxyde d'azote, qui se liquéfie vers — 95 degrés à la pression atmosphérique, et dont la pression critique serait de 75 atmosphères (avec 35° 5 pour point critique, d'après M. Dewar) permet d'atteindre des froids plus intenses que les agents précédents. Les études poursuivies au laboratoire sur les tensions de ce corps ont donné des résultats concordants avec ceux de M. Cailletet, qui diffèrent sensiblement des déterminations anciennes de Regnault. Une machine à protoxyde d'azote a été employée, en 1900, à des essais dont l'auteur indique les points les plus saillants.

Enfin, M. Linde résume ses travaux, poursuivis depuis 1895 (1), sur la liquéfaction de l'air et sa vaporisation fractionnée, permettant la séparation de l'oxygène, procédé dont les perfectionnements industriels sont aujourd'hui l'objet des efforts de nombreux inventeurs.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Recherche des diagrammes des réactions d'appuis, des efforts tranchants et des moments fléchissants. — La méthode généralement employée pour construire les diagrammes des efforts tranchants et des moments fléchissants d'une poutre, lorsque les charges se déplacent sur celle-ci, conduit à des constructions graphiques si compliquées qu'en pratique on remplace les charges concentrées par une charge uniformément répartie, dont le poids, par unité de longueur, est tel que le moment fléchissant maximum en résultant ne soit pas inférieur à celui engendré par les charges concentrées. Cette convention simplifie bien les calculs, mais, estimant qu'elle ne conduit qu'à une solution approchée, M. Legrand, répétiteur à l'Université de Liège, expose, dans la *Revue universelle des Mines* (mars 1903), une méthode qui permet de trouver, dans les cas où l'on doit opérer avec plus de rigueur, les diagrammes des réactions et des efforts tranchants dans les diverses sections de la poutre, par un tracé graphique méthodique. Cette méthode présenterait aussi de notables simplifications dans la recherche des moments fléchissants lorsque les charges mobiles transmettent leur action à la poutre, par l'intermédiaire de traverses *également espacées*. Elle se prêterait de même à la détermination des efforts tranchants dans les sections d'une poutre qui reçoit directement l'action des charges, et à celle des moments fléchissants qui s'exercent dans des sections *également distantes*. La connaissance du moment fléchissant maximum maximorum, qui ne se produit plus nécessairement dans l'une ou l'autre de ces sections arbitrairement choisies, doit alors faire l'objet d'une recherche spéciale.

Après avoir établi le diagramme des réactions d'appuis, qui sont indépendantes du mode de transmission de l'action des charges à la poutre, l'auteur recherche successivement les diagrammes des efforts tranchants et des moments fléchissants, dans le cas où la poutre reçoit l'action des charges par l'intermédiaire de traverses et dans celui où elle la reçoit directement.

TRAVAUX PUBLICS

Canalisation de l'Elbe et de la Moldau, en 1902. — La Commission de la canalisation de l'Elbe et de la Moldau a publié son sixième rapport annuel, relatif à 1902, et l'*Oesterreichische Wochenschrift*, du 11 juillet, lui emprunte de nombreux renseignements sur les travaux aujourd'hui exécutés.

On y trouvera des notes concernant le barrage à aiguilles de Troja, les écluses de Podbaba et Mirovic, les digues et ouvrages de protection, et les dépenses engagées dans cette entreprise, ainsi que sur le trafic des parties déjà livrées à l'exploitation, notamment le remorquage des radeaux de bois.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XXXI, n° 3, p. 35, et n° 4, p. 51.

Ouvrages récemment parus.

Autorisation et concession administratives pour l'occupation des voies publiques, par P. Bougault, avocat à la Cour d'appel de Lyon. — Un volume grand in-8° de 220 pages. — Gratier et Rey, éditeurs, Grenoble, 1903. — Prix : broché, 7 fr. 50.

L'auteur s'est proposé de servir de guide à tous ceux qui doivent occuper la voie publique, depuis le propriétaire désireux d'obtenir le passage pour une canalisation privée, jusqu'à l'entrepreneur qui veut créer une grande distribution hydraulique ou électrique, ou établir un tramway.

L'occupation des voies publiques pouvant avoir lieu par autorisation ou par concession, il examine ces deux régimes ; il indique, pour l'un et pour l'autre, la forme à donner aux demandes et les difficultés qui se présentent, soit pendant l'instruction de la demande, soit après l'arrêté d'autorisation ; il trace la procédure à suivre dans chaque cas.

L'analyse du régime de la concession comprend : l'étude du pouvoir concédant, les formalités nécessaires à la déclaration d'utilité publique, enfin, les règles spéciales aux concessions d'eau, d'énergie, de tramways. Une place prépondérante est donnée aux questions concernant l'électricité.

Le livre se termine par le texte complet des lois et circulaires, ainsi que des principaux arrêtés préfectoraux.

Métallographie, par H. Horns, directeur de l'École de métallurgie du Birmingham and Midland Institute ; traduit et augmenté par E. Bazin, chimiste aux usines de Neuves-Maisons. — Un volume in-8° de 205 pages, avec 96 figures. — Béranger, éditeur, Paris, 1903. — Prix : cartonné, 9 francs.

Depuis 1864, date des premières études scientifiques suivies sur la structure microscopique des fontes et aciers, la métallographie est devenue une branche importante de la métallurgie, et ses progrès sont incessants.

L'ouvrage de M. Horns donne un aperçu complet de l'état auquel cette science est actuellement parvenue. L'auteur y étudie successivement :

Le polissage et l'attaque des métaux (méthodes de Sorby, Martens, Osmond, Le Chatelier, Charpy, etc.) ;

Le microscope à utiliser, son éclairage, les dispositifs de photomicrographie ;

La structure du fer et les constituants qu'on y rencontre : ferrite, cémentite, perlite, sorbite, troostite, martensite, austenite, etc. ;

La structure des fontes et celle des aciers, ordinaires ou spéciaux ; du ferrochrome, du ferromanganèse ; du cuivre, des bronzes, laitons et maillechorts ; de l'or et de l'argent ; enfin, de divers alliages industriels.

Gemeinfassliche Darstellung des Eisenhüttenwesens, par la Société des métallurgistes de Dusseldorf. (Cinquième édition.) — Un volume in-8° de 160 pages. — Bagel, éditeur, Düsseldorf, 1903. — Prix : relié, 3 marks.

Cet ouvrage se compose de deux parties : la première, due à M. Beckert, de Duisbourg, est consacrée à l'étude du fer et de la fonte (minerais, hauts fourneaux, fonderie, marche de l'exploitation ; puddlage, affinage sur sole, procédés Bessemer et Martin ; laminage, etc.) ;

La seconde, dont l'auteur est M. Schrödter, de Düsseldorf, traite de l'importance économique de la métallurgie du fer et fait ressortir les progrès de la production de ce métal dans les pays industriels.

Des renseignements statistiques plus sommaires sont relatifs à la production du cuivre, du zinc, et des autres métaux industriels.

INFORMATIONS

Le remorqueur « Goliath ».

Le remorqueur *Goliath*, de la Marine militaire française, vient d'arriver au port de Toulon pour procéder à ses essais devant la Marine. Commandé à la Société des Chantiers et Ateliers de Saint-Nazaire, ce remorqueur a été construit, dans les établissements que possède cette Société, à Penhoët. Les chaudières sont du système Belleville.

Les dimensions principales du remorqueur sont les suivantes :

Longueur	mètres.	51
Largeur		9,26
Déplacement	tonneaux.	1 143

Il peut embarquer environ 600 tonnes de port en lourd et remorquer nos plus grands cuirassés.

La machine, à triple expansion, marche à la pression de 15 kilogr. Aux essais faits avant son départ, la puissance obtenue a été de 2 000 chevaux, correspondant à une vitesse d'environ 14 nœuds. La vitesse en service est de 13 nœuds à l'heure.

Le *Goliath* a fait la traversée de Saint-Nazaire à Toulon (1 600 milles environ) en huit jours, en relâchant à la Corogne et à Alicante. Malgré un très mauvais temps et une mer très forte, la machine a pu être maintenue pendant toute la traversée à l'allure correspondant à une vitesse de 10 nœuds environ, dans de très bonnes conditions de fonctionnement.

Nous nous proposons de donner prochainement une description détaillée de ce beau remorqueur, le plus puissant que possède notre Marine.

Distinctions honorifiques.

Parmi les récentes promotions ou nominations dans l'ordre de la Légion d'honneur, nous relevons les suivantes :

Au grade de commandeur :

M. Lorieux, Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Au grade d'officier :

MM. Berquet, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef de l'exploitation de la Compagnie P.-L.-M. ; — Bœswillwald, Inspecteur général des monuments historiques, Architecte du gouvernement ; — Bonneau, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Chef-adjoint de l'exploitation de la Compagnie P.-L.-M. ; — Mazoyer, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées ; — Perrin, Ingénieur en chef des Mines, chargé du contrôle de l'exploitation technique de la Compagnie de l'Est ; — Rivoire-Vicat, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées ; — Séjourné, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef à la Compagnie P.-L.-M. ; — Sorel, ex-Ingénieur des Manufactures de l'État.

Au grade de chevalier :

MM. Arnaud, Ingénieur des Ponts et Chaussées ; — Aubert (Francis), Ingénieur des Mines ; — Babu, Ingénieur en chef des Mines ; — Becker, Ingénieur des Ponts et Chaussées ; — Belugou, Ingénieur des Télégraphes ; — Caboche, Ingénieur des Ponts et Chaussées ; — Chauvin (René), ancien élève de l'École Polytechnique, Ingénieur du canal de Jonage ; — Colson, Professeur à l'École Polytechnique ; — Corbeaux, Ingénieur des Ponts et Chaussées ; — Desmotes-Mainard, Ingénieur principal de l'exploitation de la Compagnie du Midi ; — Dreyfus, Chef de la division du mouvement à la Compagnie P.-L.-M. ; — Hallade, Ingénieur principal à la Compagnie de l'Est ; — Huillier, Ingénieur principal à la Compagnie de l'Ouest ; — Lemoeuf, Constructeur ; — Noack-Dolfus (Hermann), Ingénieur des Arts et Manufactures ; — Pérot, Directeur du Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers ; — Perrier, Ingénieur des Ponts et Chaussées ; — Poisson, Ingénieur des Ponts et Chaussées ; — Vézin (Charles), Entrepreneur de Travaux publics ; — Zawiski (Paul), Ingénieur principal de la voie à la Compagnie de l'Est.

Varia.

Salon de l'Automobile, du Cycle et des Sports. — La sixième Exposition internationale de l'Automobile, du Cycle et des Sports, organisée par l'Automobile-Club de France, aura lieu à Paris, du 10 au 25 décembre 1903, au Grand Palais des Champs-Elysées.

Cette Exposition, qui sera ouverte tous les jours, de 10 heures du matin à 6 heures du soir, comprendra les diverses catégories suivantes : voitures automobiles de tous genres, cycles, bandages, organes mécaniques détachés, moteurs, outillage, carrosserie, navigation, aérostation, applications de l'alcool, tourisme, photographie, etc.

Le Gérant : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE, PARIS.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 18. N° 1107. Samedi 29 Août 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Constructions navales** : Drague marine porteuse et à refoulement pour les ports de la Régence de Tunis *(planche XVIII)*, p. 273; Ch. Dantin. — **Études économiques** : Simplon et Faucille. Rôle économique d'une nouvelle ligne internationale, p. 275; Louis Laffitte. — **Métallurgie** : Recherches sur les aciers au manganèse *(suite et fin)*, p. 280; Léon Guillet. — **Mécanique** : Tachygraphe Karlik, p. 282. — **Variétés** : Machine à laver et à balayer les rues, p. 283; — De l'augmentation du rendement lumineux des lampes à pétrole, p. 284; — Machine à planer les tôles, p. 285.

Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (17 août 1903), p. 286.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 286; — Ouvrages récemment parus, p. 288.

Planche XVIII : Drague marine porteuse et à refoulement pour les ports de la Régence de Tunis.

CONSTRUCTIONS NAVALES

DRAGUE MARINE PORTEUSE ET A REFOULEMENT

pour les ports de la Régence de Tunis.

(Planche XVIII.)

La Direction générale des travaux publics de la Régence de Tunis vient de faire construire, par la maison A. F. Smulders, de Rotterdam, une nouvelle drague qui présente quelques particularités intéressantes.

Cette drague est munie d'une chaîne à godets et de pompes à déblais. Elle peut draguer et aspirer à des profondeurs atteignant jusqu'à 7m 50 en dessous du niveau de l'eau, et la vitesse de la chaîne à godets est d'environ 8 à 12 godets à la minute. D'après le contrat, la production par heure de la drague, avec la chaîne à godets, devait être de 50 à 120 mètres cubes, suivant la nature du terrain, et la production par heure, avec la pompe à succion dans le sable, de 120 mètres cubes.

La drague (fig. 1 à 6, pl. XVIII) est disposée de façon à pouvoir décharger les produits du dragage soit dans des bateaux porteurs, placés latéralement à la drague, soit dans son propre puits qui a une capacité de 250 tonnes.

Le fond du puits à déblais est constitué par six portes en tôles, suspendues chacune par deux chaînes se réunissant sur une pièce de forge munie d'une clavette en acier. La pièce de forge de chaque clapet est pourvue d'une chaîne d'accouplement et toutes ces chaînes sont fixées à deux tiges de halage qui sont manœuvrées par le treuil à vapeur d'avant. Le serrage des portes se fait au moyen de clavettes. L'installation est faite de manière que les clapets peuvent être fermés ou ouverts tous ensemble ou séparément.

Cette drague a été, d'ailleurs, construite conformément aux règlements et sous la surveillance du Bureau Veritas. Elle s'est rendue à destination par ses propres moyens.

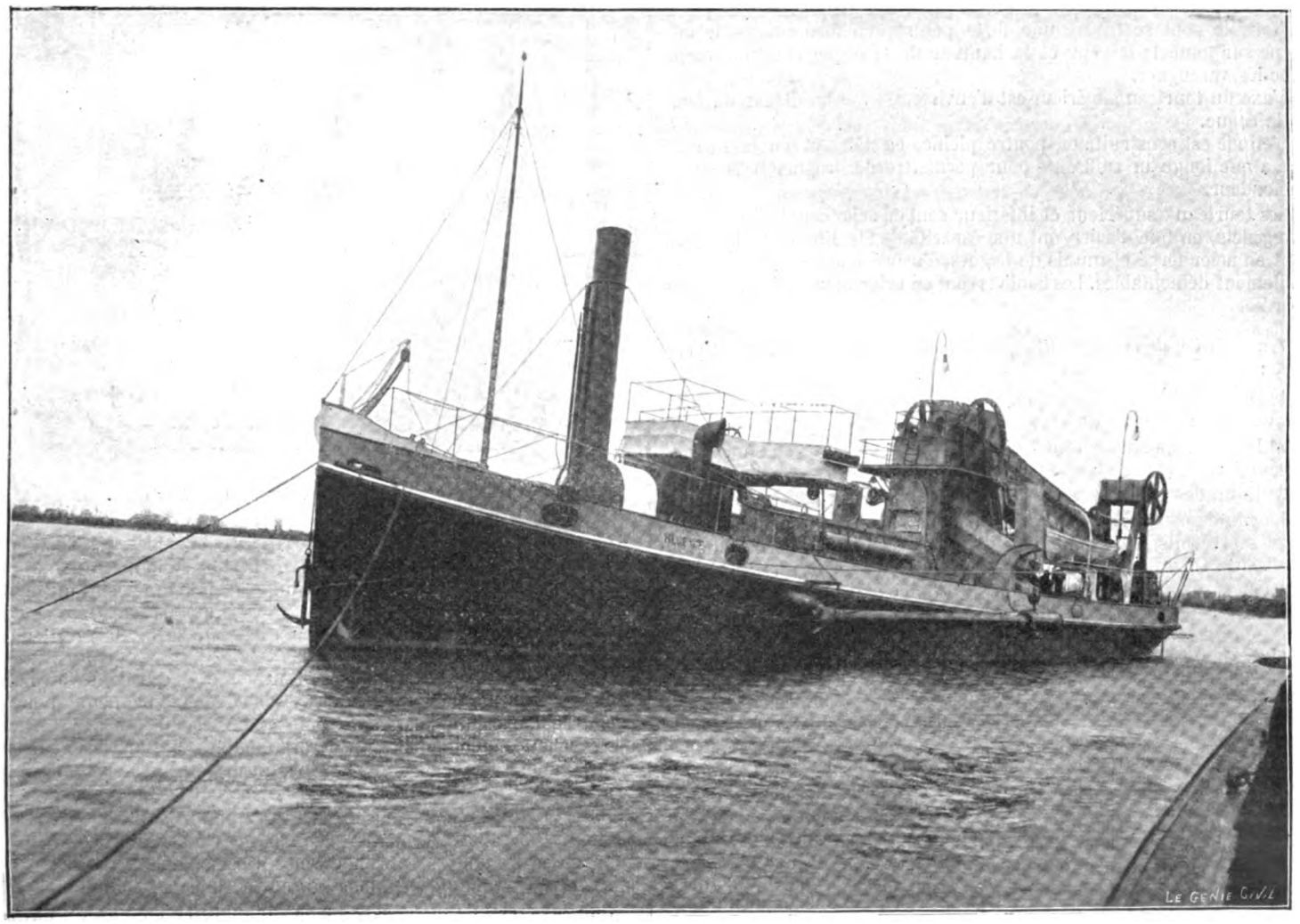


Fig. 1. — Drague marine porteuse a godets, a succion et a refoulement.

Détails de construction. — La coque, de forme marine, est

Digitized by Google

complètement en acier doux Siemens Martin et a les dimensions suivantes :

Longueur.	mètres.	40,000
Largeur.	—	7,750
Creux	—	3,650

Le tirant d'eau en charge, avec 15 tonnes de charbon dans les soutes et 3 tonnes d'eau dans les caisses à eau, est d'environ 3 mètres.

Le tirant d'eau sans charge est d'environ 2m 25.

La vitesse moyenne est d'environ 5 nœuds et demi par heure, avec une consommation de charbon de 950 grammes au maximum par cheval et par heure.

Des cloisons divisent la coque en onze compartiments étanches.

Machines et chaudière. — La chaîne dragueuse et les hélices sont actionnées par deux machines motrices symétriques compound, du type vertical, à condensation par surface, développant chacune une puissance de 90 chevaux indiqués sur les pistons.

Ces deux machines sont alimentées par une chaudière du type marine, à foyers intérieurs, tubulaire et à retour de flamme, ayant une surface de chauffe de 90 mètres carrés et timbrée à 8 kilogrammes.

Cinq treuils à vapeur servent aux différentes manœuvres, savoir :

Un treuil pour la manœuvre de l'élinde;

Un treuil pour la chaîne d'avancement;

Deux treuils de papillonnage d'avancement;

Un treuil pour la chaîne d'arrière.

En outre, deux treuils à mains sont employés pour la manœuvre des déversoirs mobiles.

Appareil dragueur. — La charpente portant le tourteau supérieur et la transmission est de forme caisson (fig. 1 et 2, pl. XVIII). Les pieds d'avant se prolongent le long des parois où ils sont fixés, tandis que les pieds d'arrière reposent sur le pont. En dessous de ces pieds et sous le pont se trouve une forte poutre, en forme caisson, qui règne sur toute la largeur et la hauteur de la coque et forme corps avec les varangues.

L'axe du tourteau supérieur est d'environ 9m 750 au-dessus du fond de la coque.

L'élinde est construite en poutre pleine, en tôles et en cornières; elle a une longueur suffisante pour permettre de draguer à 7m 50 de profondeur.

Les tourteaux supérieur et inférieur sont en acier coulé d'une pièce. Les godets, en tôle d'acier, ont une capacité de 200 litres. Les maillons sont en acier forgé et munis de bagues d'usure en acier manganésé, facilement démontables. Les boulons sont en acier manganésé et à têtes carrées.

Transmission de mouvement. — La transmission de mouvement permet :

1° De faire actionner par chaque machine, soit l'hélice correspondante, soit la chaîne à godets;

2° De faire fonctionner la chaîne à godets par les deux machines ensemble;

3° Enfin de commander les pompes à déblais.

La commande de la chaîne à godets se fait par des engrenages coniques et droits, en acier coulé, calés sur des arbres horizontaux et verticaux. Un système à friction est intercalé afin de permettre un glissement dans le cas où une trop grande résistance serait à surmonter.

Pompes à déblais. — Une pompe à déblais est installée dans le prolongement de l'arbre de chacune des deux machines motrices, et commandée directement par celles-ci au moyen d'un accouplement à dents. Ces pompes, servant l'une à l'aspiration et l'autre au refoulement, sont construites en tôles et cornières en acier, avec plaques d'usure intérieures également en acier. Les palettes des roues sont facilement démontables pour en permettre le remplacement. L'arbre est en acier forgé; des manchons en acier coulé, ajustés dans la partie reposant dans les boîtes à étoupe, le protègent contre une usure rapide.

Tuyaux d'aspiration et de refoulement. — Le tuyau d'aspiration, en tôle d'acier, est placé à l'extérieur de la coque et a une longueur suffisante pour aspirer jusqu'à 7m 50. Il est établi de façon que, pendant la marche de la drague en charge, il se trouve au-dessus de la ligne d'eau. Le relevage de ce tuyau est obtenu par un des treuils de papillonnage.

Le tuyau de refoulement, également en tôle d'acier, aboutit à la partie supérieure du puits à déblais, dans lequel il déverse les sables qui sont aspirés.

Pour refouler à distance, aussi bien les déblais aspirés par la pompe que les déblais dragués par la chaîne à godets, on emploie une deuxième pompe à déblais et un puisard spécial, muni de couteaux rotatifs pour délayer les déblais dragués.

L'aspiration même a lieu par la pompe de babord. Cette dernière refoule les déblais aspirés dans la deuxième pompe, commandée par la machine de tribord (fig. 2) qui refoule à son tour ces déblais, par une conduite en tôle d'acier, vers l'avant du navire, où la conduite flottante, destinée à conduire les déblais au loin, est accouplée.

Si les déblais dragués par la chaîne à godets sont à refouler à distance, ces déblais sont guidés vers le déversoir de tribord, où ils tombent sur la grille du puisard spécial. Entre les barres de cette grille se trouve une série de couteaux en acier coulé qui, par leur mouvement rotatif, divisent les déblais et, par leur forme spéciale, éloignent les grosses pierres ou autres objets étrangers qui ne peuvent traverser cette grille. Par la pompe à déblais de babord, une grande quantité d'eau est jetée sur les déblais, qui sont ainsi délayés et, en même temps, aspirés par la pompe à déblais de tribord. La quantité d'eau peut être réglée par un clapet papillon, de telle sorte que le puisard reste toujours bien rempli.

Le mélange aspiré est refoulé, par la pompe de tribord, vers l'extrémité de la drague par la même conduite qui sert pour le refoulement des déblais dont le dragage a été obtenu par aspiration.

La distance du refoulement des sables et terrains ordinaires est d'environ 300 mètres, avec une hauteur d'élévation de 2 mètres.

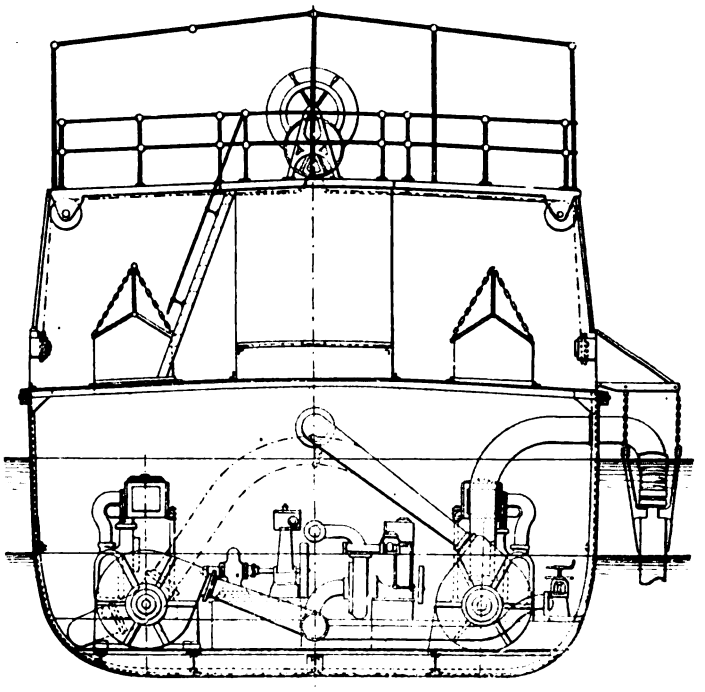


Fig. 2. — Coupe en avant des pompes à déblais.

Le mouvement de rotation des couteaux du puisard spécial est obtenu par un pignon se trouvant sur l'arbre de la machine de tribord. Par l'emploi de ce pignon et d'un engrenage calé sur un arbre intermédiaire, on commande une petite roue qui actionne une chaîne de Galle agissant sur une grande roue calée sur l'arbre des couteaux.

Aménagements. — Les cabines sont au nombre de trois, savoir : une sous la passerelle, pour l'Ingénieur, et deux sous le pont, une pour le chef-dragueur et une pour le mécanicien. Le poste d'équipage contient des couchettes à double étage pour dix hommes. Enfin, il existe un compartiment arrangé comme cuisine, un magasin pour conserver les provisions, et un magasin pour pièces de rechange et inventaire.

Une dynamo, actionnée directement par une machine à vapeur verticale, est capable d'alimenter deux lampes à arc, de 1 000 bougies chacune, et les lampes à incandescence nécessaires aux chambres des machines et de chauffe et à tous les compartiments habités.

Une passerelle de manœuvre règne sur toute la largeur du navire. Elle porte le treuil à main pour la manœuvre du gouvernail, ainsi qu'une boussole et un télégraphe à réponse allant à la chambre des machines.

Le navire est gréé d'un mât à signaux. Deux embarcations avec mâts, rames et gouvernails, sont suspendues par des daviers et reposent sur des supports disposés au-dessus du pont, de façon à ne pas gêner la circulation.

Ch. Dantin.

Digitized by Google

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

SIMPLON ET FAUCILLE

Rôle économique d'une nouvelle ligne internationale.

Les problèmes de l'amélioration et du développement de nos voies de communication se sont posés, dans ces derniers temps, avec une précision et une ampleur nouvelles. D'une part, l'étude d'un programme complet de grands travaux publics a donné l'occasion de dénombrer toutes les lacunes de notre réseau navigable, et, d'autre part, la question des voies d'accès au Simplon a réveillé nos préoccupations au sujet du trafic international. La nécessité de poursuivre l'aménagement de nos fleuves et la construction de nos canaux a été prouvée avec une surabondance d'arguments. Par contre, il peut être encore utile de rechercher si la création d'une ligne ferrée internationale par le Simplon ne compléterait pas notre outillage, et ne pourrait pas, en définitive, influer heureusement sur les destinées économiques de notre pays.

I. — La France et la question du Simplon. — Avant que l'on décidât le percement du Saint-Gothard, certains techniciens, et non des moindres, préconisaient la construction d'un tunnel à travers le Simplon. « Sur toute la chaîne des Alpes, du Mont Cenis au Tyrol, disait, en 1869, M. Stockalper, le Simplon est le seul point où l'on puisse entreprendre le percement à la base de la montagne, sans dépasser la limite du possible dans la longueur du tunnel ».

Reprenant les données des Ingénieurs Lommel et Vauthier, M. Stockalper faisait la preuve que la voie du Simplon était de nature à favoriser les principaux intérêts en présence, le transport entre Bâle et l'Italie étant moins coûteux par le Simplon que par le Gothard. « La nature, déclarait l'éminent Ingénieur, a marqué ce passage par des dispositions exceptionnelles, qui permettent d'y supprimer les Alpes, tandis qu'elles seront conservées à moitié au Mont Cenis et au Mont Saint-Gothard... Le Simplon satisfait mieux que le Saint-Gothard les intérêts du nord-ouest de l'Europe, car, tout en assurant à la France les meilleures communications avec l'Italie, il répond pleinement aux relations commerciales entre l'Allemagne et la péninsule, puisqu'il pourra soutenir avantageusement, sur la place de Bâle, la concurrence du Gothard (1). »

Mais la lutte était déjà ouverte entre les deux influences française et allemande, chacune s'exerçant sur un projet distinct. Dans le domaine économique comme en matière militaire, la victoire resta aux Allemands. Le rapport du ministre italien des Travaux publics, consigné dans l'enquête publiée en 1869, révéla la volonté bien arrêtée des États allemands de n'accorder leur appui qu'au projet du Gothard. « Malgré l'invitation, dit ce rapport, que leur fit le gouvernement de vouloir appuyer celui des passages quel qu'il fût, sur lequel tomberait son choix, les gouvernements de Prusse et de Bade, auxquels s'associa aussi celui de Wurtemberg, déclarèrent officiellement qu'au cas où ils devraient se résoudre à des sacrifices pécuniaires pour obtenir un chemin de fer des Alpes, ils le feraient exclusivement en faveur de la ligne du Saint-Gothard (2) ». L'intervention du chancelier de la Confédération germanique, comte de Bismark, dans les séances du Reichstag de mai 1870, assura le succès des « Gothardistes ». Les Compagnies de chemins de fer, l'Empire lui-même, fournirent des contributions qui atteignirent, en fin de compte, 40 millions. L'Allemagne prouva (3) qu'elle considérait l'entreprise du Gothard comme une entreprise nationale.

En France on n'abandonna point, tout d'abord, l'idée alors très répandue qu'il fallait favoriser le percement du Simplon, comme on avait facilité celui du Mont Cenis. Pendant plus de dix ans, on représenta cette participation comme une revanche nécessaire. Gambetta fut un de ses plus actifs partisans. Mais au projet de tunnel du Simplon, on opposa le projet de tunnel du Mont Blanc. On allégua l'élévation de la dépense (96 millions), la concurrence que Gênes ferait à Marseille, une fois le souterrain construit. En vain, le Directeur de la Compagnie P.-L.-M., M. Noblemaire, condamnait le projet du Mont Blanc. « Le Mont Blanc, avait-il déclaré, devant la Commission chargée d'étudier les voies alpestres, ne fait que doubler le Mont Cenis. Le percement du Simplon serait préférable à tous égards et serait, d'une manière absolue, avantageux aux intérêts français. » Il insistait sur l'intérêt d'une jonction entre Paris et Milan : « Toute mesure qui aura pour but de réduire la distance entre ces deux points peut avoir sa raison d'être. Une percée du Mont Blanc ne présenterait, à cet égard, aucun intérêt (1) ». Les circonstances étaient contraires au Simplon. Des préoccupations diverses agitaient l'opinion. On n'avait qu'une foi médiocre en l'avenir du Gothard. Nos rapports politiques avec l'Italie ne semblaient pas se prêter à un accord dont fût née une œuvre qui, aux yeux de certains, présentait des inconvénients stratégiques. En 1880-1881, la Chambre des Députés repoussa le projet de loi tendant à réserver, pour le tunnel projeté, 5 millions pendant dix ans.

L'abstention de la France eut pour résultat de rendre plus nécessaire et de hâter l'entente de la Suisse et de l'Italie. Le 25 novembre 1895, les deux États s'unirent « pour assurer une nouvelle jonction entre les réseaux de chemins de fer, au moyen d'une ligne à construire à travers le massif du Simplon, entre les stations extrêmes de Brieg et de Domodossola ». Le 1er août 1898, le percement du plus long tunnel du monde commençait.

Le tunnel du Simplon doit avoir 19 729 mètres de longueur. A la fin de juin 1903, 16 193 mètres étaient déjà construits.

Comment s'est posée la question des voies françaises d'accès. — Comment elle doit se résoudre. — La France avait manifesté la volonté de rester étrangère à cette grande entreprise. Elle ne pouvait, cependant, s'en désintéresser. Les résultats que donna l'exploitation du Gothard attirèrent l'attention. Les experts avaient évalué à 48 000 francs le rendement kilométrique probable de cette voie. En 1889, leurs prévisions étaient dépassées. Le rendement atteignait 49 603 francs. Cinq ans après, il dépassait 60 000 francs. Dès 1883, le nombre des voyageurs était de 1 million ; en dix ans il augmentait de 500 000. Le tonnage des marchandises s'éleva de 469 711 tonnes, en 1883 ; à 805 000 en 1893.

Ces résultats firent une impression profonde. On ne tarda pas à associer les progrès du Gothard à ceux de Gênes, à ceux des ports belges et hollandais ; on leur opposait le développement plus lent de Marseille. On exagéra bientôt le rôle de la grande voie alpestre. On l'exagéra, surtout, au point de vue du transit transcontinental.

Cette erreur, qui devait être féconde, avait une lointaine origine. Lors de l'enquête de 1869, on avait admis la possibilité de détourner à travers les Alpes, le courant commercial « asiatico-européen » issu de la trouée de Suez.

Plus tard, les projets de tunnel sous la Manche accrurent les espoirs de ceux qui rêvaient d'un fleuve commercial à circulation intense et continue, reliant, à travers notre territoire, les centres populeux et manufacturiers de la Grande-Bretagne aux rivages de l'Orient. « La France et l'Allemagne, écrivait-on en 1879, se disputent le grand courant commercial qui, depuis le percement de l'isthme de Suez, va de l'Angleterre et de la Hollande aux Indes, sans autre rupture de charge que dans les ports de la mer du Nord et à Brindisi. Pour éviter la première rupture de charge, on a imaginé et on étudie un tunnel sous-marin entre la France et l'Angleterre de telle sorte qu'une marchandise chargée sur un truck, à Londres, pût arriver sur le même truck au port d'embarquement à la pointe méridionale de l'Italie (2). »

Quand la question de la concurrence au Gothard se posa, cette conception fausse d'un grand courant de transit reliant le nord-ouest et le midi de l'Europe reparut. Les préoccupations que donnait la nouvelle voie et celles que suggérait le projet du Simplon se confondirent. On songea à remédier au dommage réel causé par la première et à prévenir celui que causerait la seconde, en créant une ligne directe de Marseille à Anvers. On prolongeait ainsi jusqu'aux entrepôts de l'Europe septentrionale la voie historique du Rhône.

Ce projet devait tomber de lui-même, la meilleure voie de transit de la Méditerranée à la mer du Nord étant, malgré tout, la voie maritime ; mais la propagande faite en sa faveur eut d'importantes conséquences : le désir de la concurrence économique se réveilla chez nous.

Le tracé Anvers-Marseille longeait notre frontière orientale à peu de distance de la Suisse. Une ville que l'on peut considérer comme le principal foyer de notre influence dans la Suisse romande et qui a, de tout temps, associé sa vie littéraire et économique à la nôtre, Genève, vit clairement les avantages que lui apporterait la réalisation des plans à l'étude. Prise entre le Simplon et la voie du Rhône et de la Saône, il dépendait de son initiative qu'elle restât à l'écart des grandes voies projetées ou qu'elle marquât, au contraire, une étape importante sur un parcours international. Depuis longtemps, elle éprouvait le besoin de se rattacher au réseau français par un chemin plus direct et plus sûr que celui de Bellegarde. Les débats relatifs à la question du Simplon lui donnèrent l'occasion de manifester ses légitimes ambitions.

Dès 1886, la Chambre de Commerce de Genève forma un Comité pour étudier les moyens de réaliser ce rapprochement. Ce Comité conclut à la construction de deux lignes de chemins de fer : l'une, de Genève à Morez, se fût reliée à la ligne de Champagnole à Morez, alors en construction, au moyen d'un tunnel creusé sous le col de la Faucille, l'autre eût gagné Annecy par Saint-Julien. En 1887, le Conseil d'État de Genève priait le gouvernement français de mettre à l'étude celui de ces projets dont la réalisation semblait plus facile et moins coûteuse : le tracé Morez-Gex-Genève.

(1) ***Les Avantages du Simplon sous le rapport de la construction et de l'exploitation d'un chemin de fer,*** Lausanne, 1869.

(2) ***Les Projets de chemin de fer par les Alpes helvétiques.*** Enquête technique et commerciale ordonnée par le gouvernement italien, Zurich, 1869.

(3) « ...Il y a pour le gouvernement impérial une très forte obligation morale de faire tout ce qui dépendra de lui pour que les ressources prévues suffisent, ou tout au moins pour assurer l'exécution d'une manière qui écarte tout préjudice pour ceux qui sont pécuniairement intéressés dans l'entreprise... » Paroles prononcées au Reichstag, le 18 décembre 1873, citées dans : ***Annales des Ponts et Chaussées,*** Situation financière du chemin de fer du Gothard, Note par M. CHATONEY, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, t. XIII, 1877, p. 46.

(1) Cité dans *La France et le Simplon,* par Ch. DE SINNER, Ingénieur, Paris, 1888, p. 18.

(2) *Le Tunnel du Simplon et les Intérêts français,* par F. DREYFUS, Paris, 1879, p. 17.

Digitized by Google

La voie Morez-Genève aurait pu, le cas échéant, servir de voie d'accès au Simplon. Le Comité genevois ne manqua pas de mettre cet avantage en lumière. Dès que la construction du nouveau tunnel par la Suisse et l'Italie put être considérée comme certaine, il entra en pourparlers avec la Compagnie P.-L.-M.

Dans une note qu'il adressait, en 1888, à cette Compagnie, le Président du Comité, M. de Seigneux, faisant justice d'erreurs sur lesquelles on fondait les arguments défavorables au Simplon, prouvait qu'il était possible, en utilisant cette voie, de détourner une partie du trafic anglo-italien, au profit des ports français. La distance de Londres à Plaisance par le Simplon (1 519 kilom.) étant inférieure de 165 kilom. au trajet par le Gothard (1 655 kilom.), les ports de Dunkerque, Calais, Boulogne, seraient désormais à même de concurrencer Anvers et Ostende.

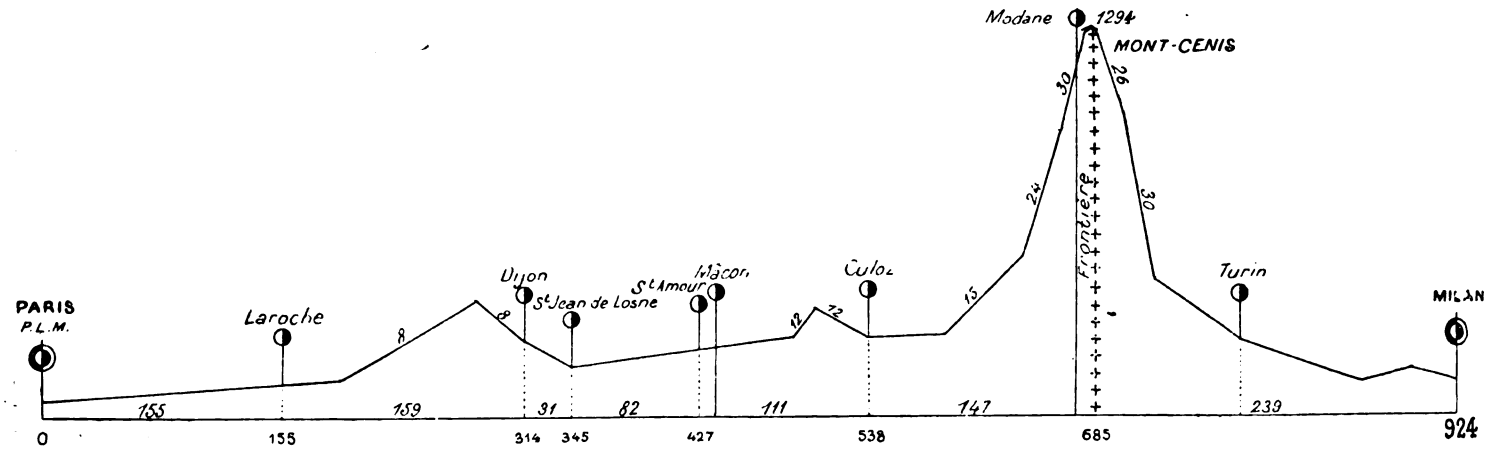


Fig. 1. — Profil en long de Paris à Milan par le Mont Cenis.

Dix années s'écoulèrent avant que l'on fût définitivement fixé sur les aptitudes et sur le prix de la voie Morez-Genève, par la Faucille. Les études auxquelles se livra la Compagnie P.-L.-M. démontrèrent, en 1898, que ce tracé comportait des difficultés et des dépenses hors de proportion avec les résultats probables. Entre temps, le Comité genevois avait disparu, mais la Chambre de Commerce française de Genève reprit le projet du raccordement direct avec notre réseau ferré. Grâce à son initiative, en 1899, se fondait à Genève une « Association pour le percement de la Faucille ».

Au tracé Morez-Genève, l'Association a substitué une combinaison « plus coûteuse que la première, déclarait M. Noblemaire en 1901, mais bien autrement intéressante : elle consisterait à construire une ligne directe de Lons-le-Saunier à Genève par Saint-Claude, prolongeant la ligne à peu près droite de Paris à Lons-le-Saunier, par Dijon et Saint-Jean-de-Losne, et constituant ainsi, entre Paris et Genève, le tracé le plus court que l'on puisse imaginer (488 kilom.) ». Cette ligne, actuellement à l'étude, traverserait la principale chaîne du Jura, non sous le col même de la Faucille, mais sous celui de Crozet, situé à quelques kilomètres au sud-ouest du premier. On la désigne, néanmoins, par habitude, sous le nom de ligne de la Faucille.

C'est ainsi que la notion des voies françaises d'accès s'est précisée, à la faveur de l'agitation créée autour d'un nouveau projet de ligne internationale. La question a bien vite pris une ampleur imprévue. Aujourd'hui, elle tient dans les préoccupations des pouvoirs publics la place qu'elle aurait dû avoir, du jour même où la France refusait de coopérer au creusement du nouveau tunnel. Il fallait montrer plus tôt qu'elle était pour nous une « question capitale » (1).

La Commission parlementaire de 1881 avait observé que la construction du tunnel n'était pas suffisante pour améliorer d'une manière complète, le parcours de Londres à Milan. Une des objections principales formulées contre le projet se rapportait, en effet, « au passage du Jura où se trouvent, par extraordinaire, le point culminant de la ligne Paris-Milan par le Simplon, à l'altitude de 1 014 mètres et le régime des pentes les plus fortes, soit à 25 °/₀₀ du côté français, avec courbes de 300 mètres de rayon (1) ». Dans la crainte que les dépenses nécessitées par l'aménagement des voies d'accès ne fissent obstacle à la participation de la France, les défenseurs du Simplon se bornaient à demander d'abréger la traversée du Jura par Pontarlier, au moyen d'un raccourci de 17316 mètres entre Frasne et Vallorbe. Le coût de cette ligne était évalué à 17 500 000 francs (2). Quand la France eut pris le parti de s'abstenir de toute participation, et que la Chambre de Commerce française de Genève, bien placée pour étudier la question des voies d'accès, en eut montré la haute importance, la Compagnie P.-L.-M. substitua au souterrain de la Faucille la ligne de Saint-Amour à Bellegarde, qui eût abrégé de 89 kilom. la distance de Paris à Genève.

L'une après l'autre, on le voit, s'étaient fait jour les trois solutions possibles d'une question qui, secondaire et accessoire tant que la France sembla disposée à concourir activement au percement du Simplon, devait être tenue pour capitale dès que nous eûmes laissé à la Suisse et à l'Italie le soin de réaliser ce grand œuvre. Si la ligne du Simplon permettait aux produits italiens de concurrencer les nôtres sur le marché suisse, n'était-il pas nécessaire de répondre à cette menace en améliorant nos moyens d'expansion ? N'y avait-il pas intérêt à profiter des importants travaux exécutés hors de notre territoire ? Il fallait admettre qu'il serait contraire à tout progrès de maintenir en face de la nouvelle voie alpestre, véritable ligne de plaine inférieure de 450 mètres au Gothard, de 599 mètres au Mont Cenis, de 667 mètres au Brenner, de 695 mètres à l'Arlberg, une muraille qui, malgré toutes les améliorations possibles, s'élèverait encore à 896 mètres, et qu'en outre, on commettrait injustice et maladresse en ne secondant point les efforts du canton de Genève pour trouver une issue nouvelle à l'impasse où il est acculé.

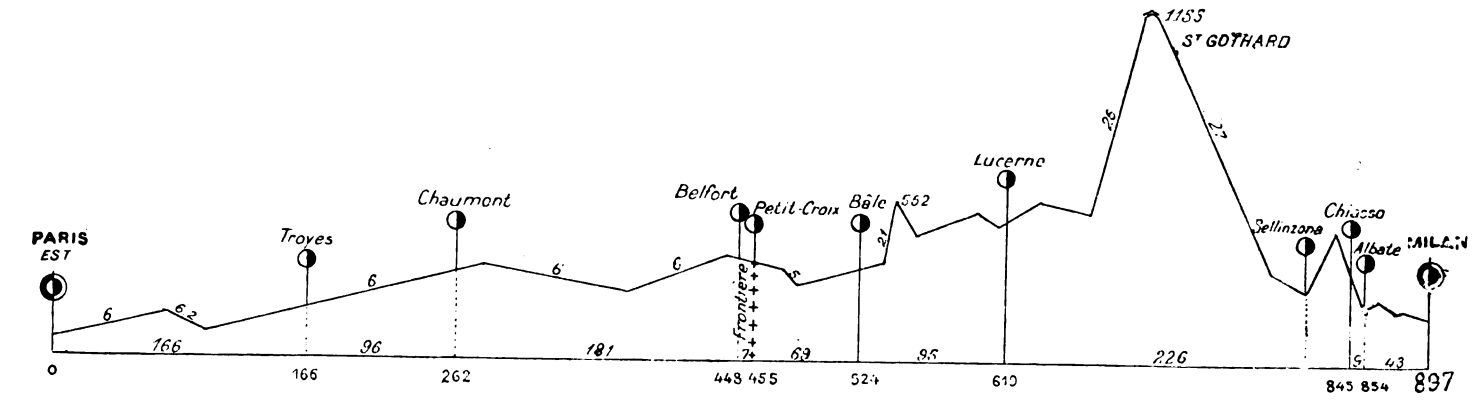


Fig. 2. — Profil en long de Paris à Milan par le Saint-Gothard.

Trois projets se rapportant à l'amélioration ou à la construction de voies françaises d'accès au Simplon sont donc en présence (3). Deux

(1) *Une Question capitale*, brochure publiée par la Chambre de Commerce française de Genève, août 1897.

(1) Ch. de Sinner, ouv. cité, p. 46.

(2) Ibid., p. 47.

(3) L'examen de ces projets a été confié à une Commission spéciale instituée par arrêté de M. le Ministre des Travaux publics, du 15 juin 1901. Les travaux des Commissaires forment deux rapports : le *Rapport préparatoire*, rédigé par le Secrétaire de la Commission, M. l'Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées Jacquier, et le *Rapport de la Commission*, adopté le 17 décembre 1901. La Commission exagérant le coût de la ligne Lons-le-Saunier-Genève, qu'elle porte, on ne sait pourquoi, à 430 millions, conclut « que cette solution ne pouvait même pas être discutée ».

Digitized by Google

projets comportent l'amélioration et l'abréviation des voies existantes :

1° Le projet consistant à raccourcir de 17 kilom. l'itinéraire de Paris à Lausanne en évitant Pontarlier, et en ouvrant une section nouvelle entre la gare française de Frasne et la gare suisse de Vallorbe (fig. 3) ;

2° Le tracé de Paris à Milan, par Saint-Amour, Bellegarde, Saint-Gingolph (fig. 4). Ce tracé comporte la construction d'un tronçon nouveau de Saint-Amour à Bellegarde, le doublement et l'amélioration

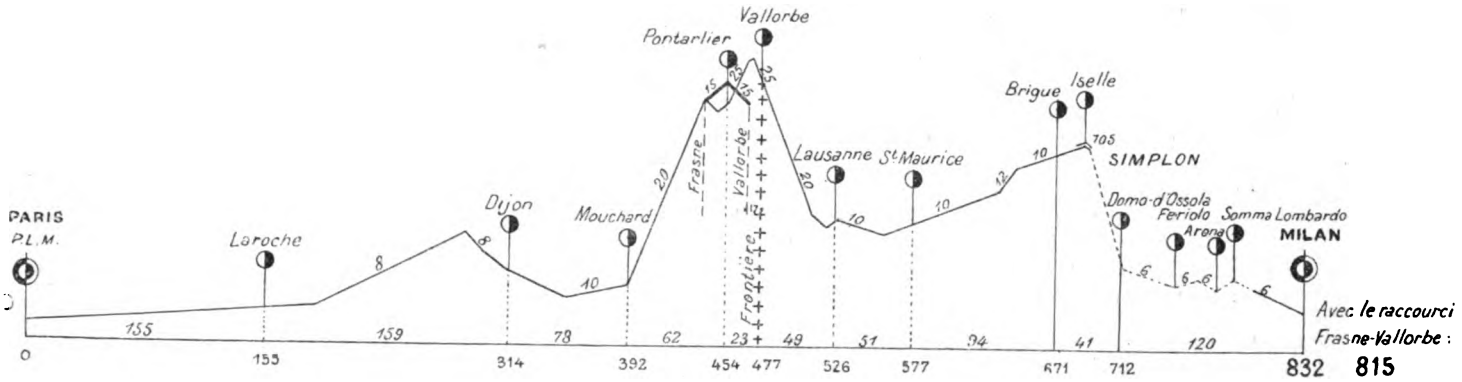


FIG. 3. — Profil en long de Paris à Milan par Pontarlier et le Simplon.

de la ligne d'Annemasse à Saint-Gingolph ;

3° Construction de la ligne de Lons-le-Saunier à Genève, seule voie d'accès à créer de toutes pièces (fig. 5).

Le premier projet évite Pontarlier. Il trouve à 896 mètres les conditions climatériques les plus défavorables. Il laisse subsister des déclivités de 20 °/₀₀ et n'ajoute rien au réseau français. L'abréviation de parcours de 17 kilom., correspondant à une réduction de 30 à 45 minutes sur le trajet Paris-Milan, coûterait 21 millions.

Bellegarde (1 104 kilom.) est la même que celle de la ligne actuelle de Pontarlier à Lausanne (1 112 kilom.). Le trajet Lons-le-Saunier-Genève-Milan se réduit à 1 039 kilom. Il est inférieur de 402 kilom. au trajet par le Gothard (1 441 kilom.). Cette abréviation des distances correspondrait à une réduction de deux heures, dont bénéficierait la Malle des Indes pour le trajet de Paris à Brindisi.

De plus, la ligne de Lons-le-Saunier concilie les intérêts de la Suisse et de la France. Elle assure à la Suisse le parcours le plus long sur

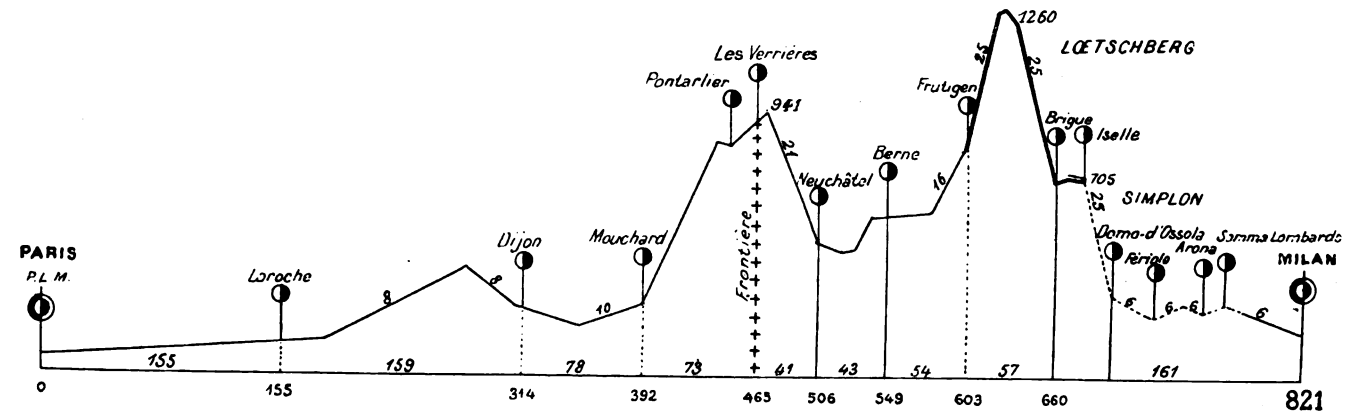


FIG. 4. — Profil en long de Paris à Milan par Pontarlier, le Lœtschberg et le Simplon.

Le tracé de Paris à Milan par Saint-Amour, Nantua, Châtillon-de-Michaille, Saint-Gingolph, exigerait une dépense de 100 millions. Il laisse de côté Genève et, de ce fait, serait beaucoup plus coûteux que le projet Lons-le-Saunier-Genève, sans offrir les mêmes avantages économiques.

Le tracé dit de la Faucille l'emporte, en effet, de beaucoup sur les projets concurrents. M. le Directeur de la Compagnie P.-L.-M., dans

les rails de la Confédération : 206 kilom. au lieu de 194 par Pontarlier, ou de 121 kilom. par Saint-Gingolph. On conçoit, dès lors, que le canton de Genève soit disposé à de sérieux sacrifices en sa faveur. Aux termes d'une lettre adressée, le 4 février 1903, au Conseil fédéral Suisse par le Conseil d'État de Genève « le gouvernement de Genève est décidé à s'intéresser d'une façon effective, se portant fort pour une participation de 20 millions, à l'entreprise de la ligne d'accès au Sim-

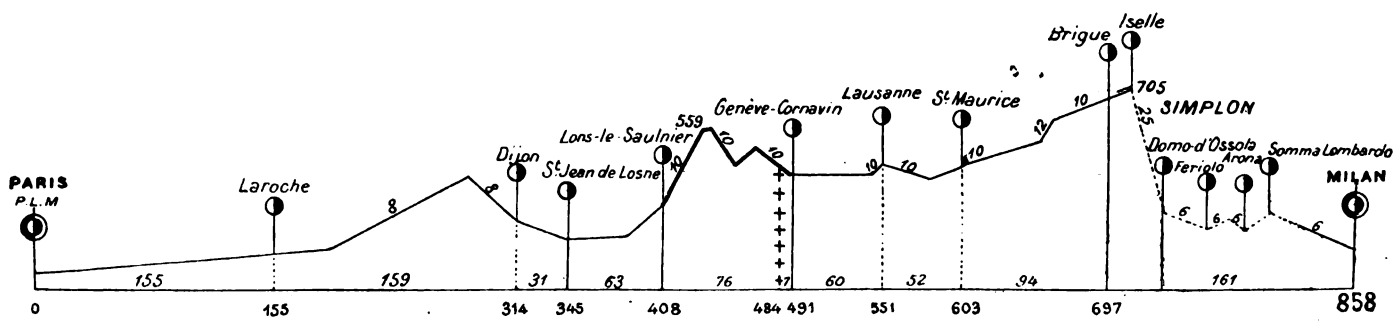


FIG. 5. — Profil en long de Paris à Milan par Lons-le-Saunier, Genève, Lausanne et le Simplon.

l'exposé qu'il fit devant la Commission ministérielle, en octobre 1901, exposait en ces termes sa supériorité : « Il offre de Paris à Genève un raccourci énorme de 20 °/₀ (488 kilom. contre 605) en distance réelle, de 33 °/₀ (526 kilom. contre 788) en distance virtuelle. Il permettrait d'abréger de trois heures la durée du trajet. Il mettrait en relations directes avec Genève tout le Jura, qui ne l'atteint aujourd'hui qu'au prix d'un long détour. De Paris à Milan, il constituerait l'itinéraire de beaucoup le plus court en distance virtuelle, c'est-à-dire le plus rapide

plon, et se déclare prêt à étudier telle combinaison financière propre à assurer ou à hâter l'exécution d'un projet dont la réalisation est d'un intérêt capital pour la Suisse entière ». La contribution de l'État de Genève représenterait le cinquième environ de la dépense probable.

Il est donc bien évident que la ligne Lons-le-Saunier-Genève serait techniquement la meilleure voie française d'accès au Simplon, mais une autre question se pose : la fonction économique de cette voie justifie-t-elle les dépenses qu'entraînera sa construction ?

Digitized by Google

II. — **Rôle économique de la ligne internationale du Simplon.** — La manière dont on envisage désormais la question des voies d'accès au Simplon nous oblige à examiner, tout d'abord, les avantages et les inconvénients de la ligne internationale. Le problème est complexe et ne doit pas être étudié au seul point de vue des intérêts locaux et régionaux.

Le percement du Simplon constitue, on ne peut le nier, un progrès. D'après M. l'Ingénieur Jacquier, tous les itinéraires de Paris à Milan par le Simplon présentent un parcours plus faible que par le Mont Cenis et le Gothard. Si l'on considère les distances virtuelles, l'avantage du Simplon sur les autres passages alpestres est bien plus considérable encore : « La ligne du Simplon présente sur les lignes concurrentes du Mont Cenis et du Gothard et aussi bien de Calais à Milan que de Paris à Milan une supériorité absolument décisive » (1). Il est donc naturel et logique, *a priori*, de donner, comme complément à la voie nouvelle, le prolongement dont les conditions techniques rappellent le mieux celles du tronçon principal. L'opinion de M. Noblemaire sur le tracé Lons-le-Saunier-Genève est une autre preuve que le rattachement du réseau français au nouveau tunnel, par le chemin le plus court et le plus commode, est dans l'ordre des choses.

Marseille, Gênes et le Simplon. — La question des voies alpestres cause, en France, chaque fois qu'on l'agite, une certaine appréhension. L'esprit se porte aussitôt vers la grande cité maritime qui résume notre activité commerciale dans la région méditerranéenne, Marseille, et l'on songe aux atteintes successives que lui ont portées les différentes percées des Alpes. Gardienne séculaire du principal passage que la nature a ménagé, à l'ouest de l'arc alpin, entre la Méditerranée et l'Europe du Nord, Marseille a longtemps détenu le monopole du transit à travers l'Europe occidentale. Aussi, a-t-on coutume de tenir pour funestes à sa primauté les œuvres grandioses qui ont permis à une partie de l'Italie et de l'Europe centrale de s'affranchir de son intermédiaire. Mais on ne saurait juger, à la seule lumière du passé, les événements économiques contemporains.

Les voies du Mont Cenis et du Gothard n'ont pas eu sur la vie des centres maritimes qui marquent leur issue une influence aussi directe et aussi décisive qu'on se plaît à le dire. Les progrès du commerce maritime, le développement des ports de l'Europe septentrionale, l'aménagement des fleuves qui drainent la grande plaine du Nord, réduisent considérablement la portée des voies alpestres comme voies du transit européen. Marseille doit compter, en Suisse, avec la concurrence d'Anvers, de Rotterdam, de Hambourg et non pas seulement avec celle de Gênes. Gênes et le Gothard lui-même y ont trouvé une résistance que seuls les incroyables avantages du commerce fluvial combiné au transport par voie ferrée rendaient possibles. A cet égard, le rôle des grands entrepôts du Rhin, de Mannheim notamment, est bien connu (2).

On n'ignore pas qu'Anvers enlève à Marseille le transport de marchandises provenant de régions qui confinent à la vallée du Rhône, et qui sont destinées à l'Extrême-Orient. De même, Gênes et Trieste sont concurrencées par Hambourg pour l'expédition de produits qui, géographiquement, leur appartiennent (3). Depuis l'organisation de la ligne allemande du Levant *(Deutsche Levante Linie)*, les places maritimes de la Méditerranée voient leur échapper un fret de sortie qu'il est plus économique de véhiculer par Gibraltar, que d'expédier, par voie ferrée, à travers les Alpes. Le commerce fluvial collabore à ces détournements. Il favorise les abaissements de tarifs sur le réseau ferré, et la réduction des prix du fret dans les grands ports de l'Elbe, du Rhin, de l'Escaut. Aussi n'est-ce pas sur les voies transalpines que se fait la grande circulation des marchandises.

Le million de tonnes qui, chaque année, franchit le Gothard ne représente que le treizième du tonnage véhiculé sur le Rhin à Emmerich, le tiers du mouvement de l'Elbe à Schandau, le cinquième du tonnage de notre canal de Saint-Quentin. Or, sur ce million de tonnes, 208 000 tonnes seulement étaient en provenance ou à destination de Gênes, en 1901 (4). Au cours des recherches auxquelles ont donné lieu les débats sur l'autonomie du port de Gênes, on a constaté que le tonnage expédié de cette place au delà des Alpes, par le Gothard, n'atteignait que 7,2 % du mouvement total du port, en 1896, 4,8 % en 1897. Il y a quelques semaines, M. le sénateur Colombo élevait cette proportion à 9 %. Lors du Congrès des Ingénieurs, tenu à Gênes en 1901, M. Inglese, Directeur du port de Gênes, a établi que, sur 1 000 wagons partant de Gênes, 53 seulement franchissent le Gothard (1).

On pourrait essayer de chiffrer le dommage que le courant commercial par le Simplon causerait à la voie du Mont Cenis, à Marseille et à Cette, mais on sait combien sont aléatoires et incertaines les évaluations de ce genre. Les traités de partage conclus entre les Compagnies de chemins de fer pour déterminer les zones d'influence respectives des lignes en concurrence ont précisément pour effet d'atténuer l'âpreté de la lutte. Sans aucun doute, le trafic du Gothard et du Cenis sera partagé avec la voie du Simplon comme celui du Brenner et du Cenis l'a été avec le Gothard.

A ne considérer que la concurrence probable de Gênes et des ports français de la Méditerranée, il est clair que l'ouverture du Simplon fait tort à nos intérêts. Elle étend la zone d'influence du port italien au détriment de Marseille et de Cette. Actuellement, les points de partage kilométrique entre Marseille et Gênes déterminent une ligne qui passe à l'est et tout près de Renan, non loin de la frontière franco-suisse, Cressier (Neuchâtel), Morat, Fribourg, Brieg. Après l'ouverture du Simplon, cette limite reculera et sera reportée auprès et un peu à l'est de Genève, par Chambéry et Archamps. Genève se trouvera, par le Simplon, sensiblement à la même distance de Gênes (481 kilom.) que de Marseille (472 kilom.) (2). Le trafic de Marseille pour la Suisse, passant presque entièrement par Genève, subira plus activement que jamais la concurrence de Gênes. Le trafic des céréales, en particulier, sera très menacé. Sur 133 238 tonnes expédiées, en transit par Genève, en 1900, on comptait 112 787 tonnes de céréales (3).

Genève, il est vrai, reste dans la zone de Marseille. Au pis aller, Marseille et Cette conserveraient l'approvisionnement de Genève. En 1900, les expéditions de Marseille pour Genève (trafic local), ont atteint 49 977 tonnes, dont 37 361 tonnes de céréales, celles de Cette 45 552 tonnes, dont 42 259 tonnes de vins. Le tonnage total des marchandises échangées entre Marseille et Cette, d'une part, et Genève, d'autre part (trafic local et transit), s'élevait, en 1900, à 242 872 tonnes. Or, le seul trafic local atteignait 103 035 tonnes. C'est là un contingent sérieux. Marseille et Cette feront en sorte qu'il leur reste acquis.

On aurait tort de s'en tenir à ces données pour juger les aptitudes de Gênes et de Marseille. D'autres facteurs que la distance interviennent dans les relations des places maritimes et de leur clientèle. En matière de transit, surtout, les questions d'organisation commerciale et de tarifs ont un rôle prépondérant.

Il y a quelques années, la Chambre de Commerce de Zurich, dans un de ses rapports annuels (4), opposait les facilités que le transit trouvait à Marseille aux inconvénients de la route de Gênes. « A Marseille, disait-elle, les frais de chargement sont compris dans les tarifs de transport; à Gênes, il faut ajouter 5 fr. 10 par wagon. A Marseille, pas de frais de douane; à Gênes, 2 fr. 50 par wagon de 10 tonnes. A Marseille, une lettre de voiture suffit pour plusieurs wagons et le timbre coûte 0 fr. 80; à Gênes, il faut deux lettres par wagon dont une doit être timbrée et le timbre coûte 0 fr. 80. A Marseille, le nombre de sacs est indiqué sur la lettre de voiture et la Compagnie en est responsable; il n'en est pas de même en Italie. A Marseille, les wagons ne manquent jamais; à Gênes, ils font souvent défaut, surtout au moment des vendanges. Marseille possède des entrepôts en nombre suffisant; Gênes en manque. Les exportateurs de Marseille n'ont besoin que d'un entrepôt; il en faut deux à ceux de Gênes: un à Gênes pour la Suisse orientale, un autre à Marseille pour la Suisse occidentale. »

Ces conditions, qui motivaient les doléances du commerce zurichois dix années après l'ouverture du Gothard, se sont améliorées, et c'est pourquoi Gênes a vu passer le transit des céréales à destination de la Suisse de 60 015 tonnes, en 1891, à 158 860 tonnes, en 1902.

Il ne suffit pas non plus de comparer le tonnage total de Marseille et de Gênes, de mesurer la rapidité de leur accroissement respectif et de conclure que les progrès du port italien marquent une étape nouvelle dans la décadence de son rival. Sans doute, la différence qui sépare les deux places et qui, en 1880, mettait 2 800 000 tonnes à l'avantage de Marseille sera, du train où vont les choses, comblée dans peu. Elle n'est plus que de 700 000 tonnes en 1902. Mais il faut observer que Gênes est devenu le port charbonnier d'une région où l'industrie a réalisé dans ces vingt dernières années, d'énormes progrès; que sur un trafic total de 5 194 875 tonnes, en 1902, les entrées comptent pour 4 525 800 tonnes et le combustible minéral pour 2 424 040 tonnes, que ce port, où se concentre le tiers du commerce maritime de toute l'Italie, a bénéficié longtemps, comme Hambourg, Rotterdam,

(1) *L'Association pour le percement de la Faucille*, par l'organe de son président, M. Turrettini : *les Voies d'accès au Simplon à travers le Jura, la Solution nationale*. Genève, novembre 1903, évalue la dépense totale à « 96 millions et demi que l'on a arrondis à 100 millions » (p. 18). Les études officielles, ordonnées par le Ministère français des Travaux publics, au sujet de la ligne de Lons-le-Saunier-Genève, viennent d'être terminées. Elles confirment les évaluations de l'Association.

(2) Au cours de sa session d'octobre 1902, le Conseil général du Rhône établissait que « grâce aux travaux considérables exécutés sur le Rhin, aux progrès de la traction par eau, à l'établissement de tarifs modérés de transbordement et de tarifs mixtes, le prix actuel du transport d'une tonne de céréales d'Anvers à Winterthur et Zurich ne ressort qu'à 18 fr. 60, tandis que, pour un parcours bien moindre, de Marseille à Genève, il atteint actuellement, par voies ferrées, 22 francs la tonne ». Nous avons eu la preuve, en Italie, que le transport des céréales, d'Odessa à Bâle, par la route de Rotterdam et du Rhin, coûtait 36 francs de moins par wagon que par la route plus naturelle et plus courte de Gênes.

(3) Sur 4 200 000 tonnes de marchandises exportées d'Autriche, en 1901, 3 200 000 tonnes seraient sorties par Hambourg, 1 million seulement par Trieste. *Moniteur officiel du Commerce*, 30 octobre 1902, p. 880.

(4) En provenance de Gênes . . . . 189 164 tonnes;
A destination de Gênes, ... 19 440 tonnes;
Au total. . . . . 208 604 tonnes.

(1) *Atti del primo congresso regionale Ligure di ingegneri, etc., in Genova, giugno 1901*. page 31.

(2) D'après les données que nous devons à l'obligeance de la Compagnie P.-L.-M.

(3) Idem.

(4) *Bericht über Handel und Industrie in Kanton Zurich für das Jahr 1892*, Zurich 1893, p. 34.

Digitized by Google

Anvers, de la condition de « port unique ». Les chemins de fer lui ont réservé le trafic. Toutes les circonstances l'ont servi. S'il n'a pas retiré du Gothard tout le trafic qu'il comptait en recevoir, par contre, le magnifique développement industriel de la Haute Italie, étroitement lié à l'ouverture de la voie alpestre, est la principale cause de sa prospérité. Sa mission est donc bien définie et nous ne voyons pas qu'elle contrarie, en général, celle du port français qui, d'ailleurs, semble moins menaçant pour Gênes que Livourne ou Venise.

Il n'apparaît pas que les relations de Marseille avec sa zone d'influence directe se soient multipliées ou développées dans la même mesure où cela s'est produit pour Gênes; d'où l'infériorité de notre port quant à la progression du tonnage. Mais les divers éléments qui constituent le trafic s'équilibrent mieux à Marseille : 3 963 000 tonnes aux entrées, 1 922 157 tonnes aux sorties (1). Marseille a donc sur Gênes l'avantage de pouvoir fournir à ses navires un fret de retour. Bien que nombre d'émigrants italiens s'y embarquent, il est moins riche que son concurrent en « fret humain » et, de ce fait, n'offre pas toujours des conditions aussi favorables pour le transport des marchandises en colis, mais il souffre beaucoup moins que Gênes de l'encombrement.

Dans son rapport sur l'autonomie du port de Gênes, M. le sénateur Bocardo rappelait qu'à Gênes on débarque 590 tonnes de marchandises par mètre linéaire de quai, contre 290 tonnes à Marseille. S'il est vrai que l'aménagement des forces hydrauliques restreigne les importations de combustible minéral, Marseille ressentira moins que Gênes les effets de cette concurrence nouvelle, ses importations de charbon restant inférieures de 1 300 000 tonnes, en 1902, à celle de Gênes. Enfin, si Gênes améliore ses installations et multiplie ses relations par voie ferrée avec l'arrière-pays, Marseille ne reste pas inactif et s'apprête, par la construction d'un canal de jonction, à tirer un parti complet du Rhône. Ici éclate la supériorité du port français. Au moyen de chalands de mer, Marseille a reçu du Rhône, en 1901, deux fois plus de marchandises que le Gothard n'en donna la même année à Gênes (37 183 tonnes contre 19 440 tonnes). Les expéditions de Marseille par la voie du fleuve se sont élevées à plus de 100 000 tonnes (100 077).

Nous ne comparons que le poids des marchandises véhiculées. Du jour où les inconvénients du transport par voie fluvio-maritime disparaîtront, Marseille bénéficiera de conditions sans pareilles. On estime que l'économie du transport fluvial sur le transport par voie ferrée, de Marseille à Lyon, équivaudrait à un abrégement de 200 kilom. au moins. Marseille se trouverait, en quelque sorte, transporté à 200 kilom. dans l'intérieur et rapproché d'autant des marchés convoités par Gênes (2). Ainsi donc, quoiqu'il advienne, que les prévisions d'après lesquelles l'ouverture du Simplon vaudrait à Gênes un accroissement annuel de 200 000 tonnes se réalisent ou non, la création de la ligne internationale nouvelle est un argument de plus en faveur du Canal de Marseille au Rhône.

Et même, si tous ces progrès ne se réalisaient pas, on méconnaîtrait les lois les plus élémentaires du progrès, en ne comptant pas sur la répercussion fatale des faits économiques pour rétablir, à la longue, l'équilibre rompu, un instant, à l'avantage de quelques centres privilégiés. A supposer que la ligne du Simplon enlève à Marseille et à Cette quelques milliers de tonnes, peut-on dire que le développement du commerce et de l'industrie, dans les régions intéressées à la création de cette voie et à celle de son prolongement par Lons-le-Saunier ne leur vaudront pas, quelque jour, un ample dédommagement de cette perte ? Les travaux dont ces deux ports réclament l'exécution auront précisément pour objet de les unir plus étroitement aux pays de France et de Suisse, dont ils sont les gares naturelles. C'est dire qu'ils ont un intérêt direct à voir leur activité s'accroître par la multiplication des voies de communication.

Le mieux est de convenir qu'un progrès en appelle un autre, et de rechercher si les conditions générales des échanges entre les pays intéressés à l'organisation de la ligne internationale du Simplon permettent d'espérer un trafic actif et rémunérateur.

La ligne internationale du Simplon et les échanges franco-suisses et franco-italiens. Le transit. — Si les voies ferrées internationales ne peuvent prétendre à la formation de grands courants transcontinentaux, elles ont à remplir une autre mission plus modeste, mais plus productive : favoriser l'essor industriel et commercial des pays qu'elles unissent directement. Nous avons montré ailleurs (3) que telle était surtout la fonction du Gothard. Le trafic de cette voie est passé de 454 621 tonnes en 1883 à 1 004 992 tonnes en 1899. Il atteignait 984 264 tonnes en 1901. Depuis quatre ans il oscille autour de 1 million de tonnes. Or, ce mouvement est constitué dans la proportion de 70 % (696 846 tonnes) par des échanges ayant dans les pays voisins de la Suisse leur origine ou leur destination. Comme le Gothard, la ligne internationale projetée aura une fonction régionale des plus actives, et qui répondra aux exigences du trafic direct ou du transit franco-suisse et franco-italien.

D'abord, elle favorisera nos échanges avec deux pays qui comptent parmi nos meilleurs clients et nos plus actifs fournisseurs (1). Il y a plus. Améliorer la condition de nos transactions avec la Suisse et avec l'Italie, c'est non seulement faciliter nos approvisionnements ou nos ventes, c'est encore prendre une part plus active à la vie économique de deux États en voie de progrès. Dans ces dernières années, la Suisse et l'Italie ont considérablement accru leur production. Leur commerce a trouvé au delà des mers, en Grande-Bretagne et aux États-Unis notamment, de nouveaux débouchés, et les économistes ont pu compter ces progrès parmi les faits qui caractérisent le mieux l'histoire économique contemporaine (2). L'ouverture du Gothard, c'est incontestable, et l'amélioration des voies ou des ports maritimes soumis à l'influence de ce tunnel ont aidé les exportations suisses et italiennes à se multiplier.

On croit à tort que cette expansion ne nous a causé que dommage sur dommage. La situation géographique de la Suisse et de l'Italie oblige ces deux États à recourir à l'intermédiaire des transporteurs étrangers. Si l'Italie a l'avantage de se relier par mer à l'Amérique, encore que nos ports de l'Atlantique soient plus rapprochés que les siens des États-Unis, la nature des articles composant ses envois en Angleterre la contraint de recourir le plus possible aux transports par voie ferrée, plus coûteux mais plus rapides et plus sûrs que les transports maritimes. Elle prête, il est vrai, au commerce suisse, ses places maritimes et sa flotte marchande, et Gênes concourt avec Marseille à l'approvisionnement de la Confédération, mais les produits qu'expédie la Suisse sont de ceux qui supportent aisément les hauts tarifs de transport. L'attraction de la Grande-Bretagne détourne vers le nord-ouest le courant d'exportation. De ce côté sont les grands ports où se nouent les relations les plus directes avec la Grande-Bretagne et l'Amérique, si importantes pour l'industrie suisse : Rotterdam, Anvers, Ostende, Dunkerque, Calais, Boulogne, Dieppe, Le Havre. C'est là que la concurrence entre voies navigables et voies ferrées et entre ports de nationalités différentes crée les conditions de fret les plus avantageuses.

La Suisse est donc à la discrétion de ses voisins pour les transports en provenance ou à destination des pays d'outre-mer. Quant au commerce italien, s'il met en circulation, comme le commerce suisse, des articles manufacturés ou des objets de consommation, il doit, pour ses échanges avec la Grande-Bretagne, subir le long détour par Gibraltar ou recourir aux voies ferrées étrangères. Et c'est à qui de l'Allemagne, de la Hollande, de la Belgique ou de la France jouera le rôle intéressé d'intermédiaire. Grâce à sa situation géographique la France remplit ce rôle avec profit (3). Nous avons pu établir que nous transportons plus du tiers (40,42 %) des produits que la Confédération achète ailleurs que dans les États limitrophes et plus de la moitié (57,87 %) de ceux qu'elle expédie sur les marchés autres que les marchés de ses voisins.

Au moyen de nos voies ferrées et de nos ports de commerce, la Suisse exporte des tissus de soie et de coton, des rubans de soie, des broderies, des tresses pour chapeaux, des mouvements d'horlogerie, des montres, du chocolat, et reçoit des tissus de laine, des objets métalliques, des fers, des aciers, des peaux, des verres à vitres.

L'Italie nous confie le transport des comestibles, fromages, légumes, œufs, beurres, vins; des fils de soie teints, de la soie grège, des tissus de soie pure, des gants, des chapeaux de feutre, des boutons ; nous lui transmettons des laines, des peaux, des voitures, des machines et mécaniques, des fils de lin, de chanvre, de ramie.

	Ventes de la France		Achats de la France	
(1) Année 1901	à la Suisse	à l'Italie	à la Suisse	à l'Italie
Commerce général. . . .	373 110 000	237 115 000	409 514 000	286 595 000
— spécial	216 566 000	115 314 000	102 825 000	140 050 000

Abstraction faite de nos relations avec les pays situés hors d'Europe, la Suisse vient au 4e rang parmi nos acheteurs, l'Italie au 5e; la Suisse au 8e rang parmi nos fournisseurs, l'Italie au 6e.

Voir : *Tableau général du Commerce et de la Navigation* publié par la Direction des Douanes, année 1901.

(1) Données extraites du Rapport n° 225, 2 avril 1903, de M. de Clercq, consul de France à Gênes.

(2) En 1888, M. Théry dans son *Rapport à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie sur la question du Simplon*, évaluait cette économie à 11 fr. 70, soit un abrégement de $\frac{11.70}{0,05} = 234$ kilomètres.

Selon M. le sénateur Leydet, rapporteur sur la question du Canal de Marseille au Rhône, l'économie serait de 7 à 8 francs, équivalant « à une augmentation de 200 kilom. du rayon d'action commerciale de Marseille ».

(3) Voir notre rapport à M. le Ministre du Commerce publié dans le *Moniteur officiel du Commerce*, du 19 mars 1903.

(2) Voir : Doct. Léopoldo Sabbatini : *Per le nostre esportazioni*, Milano 1900.

Prof. Luigi Fontana-Russo : *I Trattati di Commercio e l'Economia Nazionale*, Roma 1902.

Paul Ghio, *Notes sur l'Italie Contemporaine*, Paris 1902. et les articles si documentés de M. Edmond Théry dans l'*Economiste europeen*, 1903.

(3) Marchandises ayant transité par la France en 1901

En provenance de Suisse 50 349 tonnes ; d'Italie 39 121 tonnes.

A destination — 395 722 — ; — 15 820 —

Total des marchandises reçues en transit pour la Suisse et l'Italie, 411 542 tonnes, soit 58,27 % du transit total de la France (706 314 tonnes).

Valeur des marchandises expédiées en transit, en 1897, par la Suisse à travers la France (39 834 tonnes) 265 712 000 francs (1er rang).

Valeur des marchandises expédiées en transit, en 1897, par l'Italie (38 853 tonnes) 56 574 000 francs (2e rang).

Valeur totale du transit suisse et italien pour la France, en 1897, 322 286 000 francs, soit 53 % de notre transit total (598 484 000 francs).

Digitized by Google

Le transport de ces marchandises à travers notre pays représente pour nos Compagnies de chemins de fer et de navigation un gain précieux. La seule Compagnie des chemins de fer de l'Est a perçu en 1901, pour le transport de 143 707 tonnes véhiculées, en transit, en provenance ou à destination de l'Angleterre, de la Belgique, de la Hollande, de la Suisse et de l'Italie, la somme de 2 475 000 francs (1).

Les produits que la Suisse et l'Italie exportent par notre intermédiaire sont, en général, des articles de grande valeur sous un faible volume. Ils se comparent aux produits mêmes de notre industrie et conviennent par là, à nos lignes régulières de navigation.

Dans ce mouvement d'échanges, le bénéfice le plus clair reste donc à nos transporteurs. Il est avantageux pour eux que la Suisse et l'Italie accroissent leurs échanges et recourent le plus possible à nos voies.

En la circonstance, les trois Etats que doit unir la ligne du Simplon ont des intérêts solidaires, et l'ardeur avec laquelle nos voisins du nord-est et de l'est s'efforcent de détourner vers leurs places maritimes le trafic en provenance ou à destination de l'Europe centrale, nous prouve bien que nos efforts doivent tendre à donner des facilités plus grandes au commerce international.

Louis LAFFITTE,
Chargé de missions,
Professeur à l'École Supérieure de Commerce de Nantes.

(A suivre.)

MÉTALLURGIE

RECHERCHES SUR LES ACIERS AU MANGANÈSE

(Suite et fin (2).)

II. **Propriétés mécaniques.** — GÉNÉRALITÉS. — Les propriétés mécaniques des aciers au manganèse ont déjà donné lieu à quelques mémoires d'un intérêt exceptionnel.

Nous rappellerons l'étude de M. Hadfield, publiée en 1888, et qui fit tant de bruit. C'était, en effet, la première fois que l'on signalait les propriétés si curieuses de certains aciers à haute teneur en manganèse. Nous tenons d'ailleurs à citer ici quelques passages du mémoire de M. Hadfield :

On a reconnu que, dans l'acier ordinaire, dès que le manganèse dépasse les limites usuelles de 0,2 à 0,5 °/₀ pour l'acier doux, la résistance augmente très rapidement, tandis que l'allongement ne diminue pas en proportion, comme il arrive d'ordinaire avec l'acier au carbone. Ceci a été définitivement prouvé par la série d'expériences faites par la Compagnie de Terre-Noire, et dont les résultats ont été publiés à l'occasion de l'Exposition de Paris de 1878.

Les expériences de Terre-Noire avaient porté sur des aciers à teneurs en manganèse allant seulement jusqu'à 2,5 °/₀.

Aux usines de Sheffield, dont M. Hadfield est directeur, on a étudié, comme nous le rappellerons rapidement, des aciers à teneur beaucoup plus élevée. Le premier point signalé par M. Hadfield est que, au contraire de ce que l'on avait trouvé à Terre-Noire, les aciers contenant de 2 à 7 °/₀ de manganèse se forgeaient avec une aisance toute spéciale, et mieux que l'acier doux.

Nous insistons sur l'un des points les plus importants du mémoire de M. Hadfield :

On croyait, jusqu'à présent, que l'acier devient fragile et perd relativement toute valeur, quand le manganèse dépasse à peu près 2,75 °/₀. Il a été démontré, cependant, qu'en ajoutant un peu plus du même métal, en quantité suffisante pour obtenir dans la matière à traiter tout au moins 7 °/₀ environ de manganèse, il en résulte un métal dont les caractères sont tout à fait différents des produits déjà connus.

On est en présence d'un métal nouveau et nous voyons ce paradoxe apparent que, tandis que le manganèse allié au fer et figurant dans les proportions de 2,75 au moins jusqu'à 7 °/₀ environ donne un produit très fragile, si l'on augmente cette proportion de façon à avoir un produit contenant de 7 à 20 °/₀ de manganèse, on obtient une substance douée d'une non-fragilité remarquable.

Il y a à retenir, dans cette partie de l'étude de M. Hadfield, deux points qui nous intéressent spécialement :

1° L'existence des aciers au manganèse ayant des propriétés spéciales, et, notamment, ne présentant aucune fragilité;

2° L'affirmation de la fragilité des aciers contenant de 2 à 7 °/₀ de manganèse.

Revenant plus loin sur ce dernier point, M. Hadfield ajoute :

On ne saurait trop fortement insister sur la fragilité de cette matière (aciers contenant de 2,5 à 7,5 °/₀ de manganèse). En somme, elle semble se rapprocher plus de la nature du verre ou autre substance semblable, que de l'acier.

M. Hadfield cite, comme exemple de ces aciers, un métal contenant 0,370 °/₀ de carbone et 4,45 °/₀ de manganèse. En faisant tomber d'une hauteur de 1 mètre environ, sur un pavé de fer fondu, un morceau d'acier à 4,73 °/₀ de manganèse (le pourcentage de carbone n'est pas indiqué), on a obtenu une rupture en deux ou trois points. Un échantillon contenant 0,480 de carbone et 4,9 °/₀ de manganèse, a pu être réduit en fine poussière, au marteau.

Et M. Hadfield ajoute :

Une autre particularité à retenir, c'est que, dans ces échantillons si fragiles, le carbone ne figure pas pour plus de 0,300 à 0,500 °/₀, soit à peine un peu plus que dans l'acier doux. ***En fait, on a constaté que plus l'alliage est purement constitué de fer et de manganèse, plus le produit est fragile.***

De plus, un tel acier est aussi dur que l'acier trempé à fond, et aucune espèce d'acier ne peut le travailler.

Plus loin, nous indiquerons quelques autres points du mémoire de M. Hadfield. Pour l'instant il y a lieu simplement d'insister sur la fragilité observée par ce savant métallurgiste et sur ce point, nettement indiqué, que ces aciers sont d'autant plus fragiles qu'ils contiennent moins de carbone.

Ce point est le seul sur lequel nous nous trouvons en désaccord avec M. Hadfield. Nous tâcherons d'en trouver ultérieurement la raison.

Les essais mécaniques que nous avons pratiqués sur les aciers au manganèse sont :

1° Des essais à la traction sur barreaux de 200 millimètres entre coups de pointeaux et de 13mm6 de diamètre;
2° Des essais au choc sur barrettes entaillées, par la méthode de M. Fremont;
3° Des essais à la dureté, par la méthode de M. Brinell.

Ces essais ont été faits, d'une part, sur le métal brut de forge, d'autre part, sur le métal trempé.

Les résultats de ces essais figurent dans le tableau suivant, dans lequel R est la résistance à la rupture, E la limite d'élasticité, A l'allongement à la rupture rapporté à 100 millimètres; Σ la striction calculée d'après la formule $\frac{s-s'}{s}\times 100$, s étant la section primitive, s' la section la plus petite après rupture.

Les chiffres relatifs aux essais à la fragilité et à la dureté ont été obtenus par l'emploi des méthodes Fremont et Brinell, comme il a été déjà indiqué (1).

I. ESSAIS SUR ACIERS BRUTS DE FORGE. — *1° Essais à la traction.* — La série d'essais relatifs aux aciers contenant peu de carbone indique la division suivante :

1° Aciers contenant de 1 à 5 °/₀ de manganèse, pour lesquels la résistance à la rupture et la limite élastique croissent lentement avec la dose de manganèse, tandis que la striction et les allongements diminuent un peu, mais cependant d'une façon faible. Il faut bien remarquer que dans cette série, l'acier qui contient 4,2 °/₀ de manganèse et qui paraît faire exception à cette règle est un acier extraordinairement peu carburé.

2° Aciers contenant de 5 à 12 °/₀ de manganèse : ce sont des aciers ayant une charge de rupture et une limite élastique élevées, des allongements et des strictions extrêmement faibles, même nuls.

Un point intéressant est à remarquer, c'est que, pour ceux de ces aciers qui contiennent le plus de manganèse, la limite élastique diminue rapidement. C'est ainsi que l'acier contenant 10,5 °/₀ de manganèse a pour limite élastique 48,9. Rappelons de suite que cet acier est formé de martensite et de fer γ, et non de martensite pure;

3° Aciers contenant plus de 12 °/₀ de manganèse : ces aciers sont caractérisés par une faible limite élastique, et de grands allongements; il est à noter que ces allongements se produisent dans toute la longueur de l'éprouvette. Quant à la charge de rupture, elle est assez élevée au début, puis semble décroître, lorsque le pourcentage de manganèse continue à s'abaisser. C'est ainsi que l'acier contenant 33 °/₀ de manganèse et 0,396 °/₀ de carbone, a une charge de rupture bien moins élevée (61,4) que l'acier contenant 21 °/₀ de manganèse et seulement 0,114 °/₀ de carbone.

Dans cette classe, l'acier le plus intéressant est celui qui contient le moins de manganèse. On sait qu'il forme la limite entre les deux séries, et qu'il est susceptible de se transformer aisément. Il présente une faible résistance et une très faible limite élastique, ce qui le rapproche des aciers du troisième groupe, et, d'autre part, il possède des allongements très faibles et une striction très peu élevée ce qui le fait classer dans le deuxième groupe.

Les propriétés de l'acier à 33,48 de manganèse sont particulièrement intéressantes : il a une striction de 74,5 et 45 °/₀ d'allongement. Ce sont les propriétés signalées pour la première fois par M. Hadfield.

Les essais relatifs aux aciers contenant de 0,700 à 0,900 de carbone montrent que ces aciers peuvent être divisés comme suit :

1° Les aciers à grande résistance, à allongement et striction très faibles, comprenant les produits qui renferment de 0 à 5 °/₀ de manganèse;

2° L'acier à 5 °/₀ de manganèse forme le terme de passage : il est à limite élastique plus basse que les précédents, quoique ayant de très faibles allongements;

3° Les aciers à résistance assez élevée, à limite élastique plutôt faible et à allongement assez élevé : ce sont les produits qui contiennent plus de 5 °/₀ de manganèse.

(1) D'après les données que nous devons à l'obligeance de la Compagnie des chemins de fer de l'Est.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 17, p. 261.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 3, p. 40.

Digitized by Google

2° ***Essais à la fragilité.*** — Les essais montrent que les aciers au manganèse, contenant peu de carbone, doivent être divisés en trois groupes :

1° Aciers présentant une non-fragilité remarquable, contenant de 0 à 5 °/₀ de manganèse ;

2° Aciers extrêmement fragiles, contenant de 5 à 12 °/₀ de manganèse ;

3° Aciers non fragiles, renfermant des pourcentages de manganèse supérieurs à 12 °/₀.

Nous insisterons sur la non-fragilité des aciers contenant de 0 à 5 °/₀ de manganèse, étant donnée la contradiction qui existait entre les résultats donnés par M. Hadfield et les nôtres. Les expériences faites à ce sujet ont été très nombreuses : elles ont permis de constater non seulement la non-fragilité de ces aciers, mais aussi leur homogénéité absolue.

Nous donnerons quelques résultats de séries d'essais de ces aciers :

1° L'acier à 0,432 °/₀ de manganèse a donné : 36-36-38-38-40-36-35-35-35-30-35-33-30-35-33-33 kilogrammètres ;

2° L'acier à 1,296 °/₀ de manganèse a donné : 35-28-35-33-38-36-36-31-34-40-38-38-38-40-39 kilogrammètres ;

3° L'acier à 1,728 °/₀ de manganèse a donné : 38-37-32-36-33-30-38-39-28-28-35-33 kilogrammètres ;

4° L'acier à 4,200 °/₀ de manganèse a donné : 34-32-37-34-34-32-30-32-38-28-35-33-35-34 kilogrammètres.

Nous ajouterons, que dans ces essais, la plupart des éprouvettes n'ont pu être cassées ; en revanche, nous avons brisé deux douzaines de couteaux.

Nous ne croyons pas qu'il puisse subsister le moindre doute sur la non-fragilité des aciers au manganèse à très faible teneur en carbone, mais alors, on peut se demander d'où vient l'erreur, répandue dans le monde métallurgique, que les aciers au manganèse sont fragiles. Nous aurions bien voulu étudier les aciers fragiles de M. Hadfield, mais la plupart des aciers qui lui ont servi n'existent plus, paraît-il, et un des Ingénieurs des usines « Hecla Works » ne put mettre à notre disposition qu'un seul acier renfermant 0,370 de carbone et 4,45 °/₀ de manganèse. Nous avons examiné cet acier avec grand soin, il est complètement martensitique : il était donc tout naturel qu'il fût fragile ; nous avons fait prélever six éprouvettes pour essais au choc ; elles nous ont donné au mouton Fremont : 0-1-0-0-0-0 kilogrammètre.

Nous regrettons de n'avoir pas eu d'aciers moins carburés provenant de Sheffield, car nous ne pouvons nous expliquer ce qui a fait dire à M. Hadfield qu'un acier au manganèse est d'autant plus fragile qu'il contient moins de carbone. Peut-être, comme nous l'a fait remarquer M. Le Chatelier, le mode de fabrication intervient-il, notamment en ce qui concerne l'addition finale Dans tous les cas, nous croyons pouvoir déclarer d'une façon formelle que les aciers au manganèse dont nous venons de parler, et qui ont été coulés, sur notre demande, par la Société Commentry-Fourchambault, à ses usines d'Imphy, ne présentent aucune fragilité. Nous irons même plus loin, en ajoutant que ces aciers présentent une résistance au choc remarquable, et, surtout, une homogénéité que l'on ne rencontre qu'exceptionnellement dans les aciers au carbone.

Enfin, nous ferons remarquer qu'il suffit de relativement peu de carbone et de manganèse, pour que l'acier soit martensitique. C'est ainsi qu'à 0,370 de carbone et 4,45 °/₀ de manganèse, ou 0,500 de carbone et 4 °/₀ de manganèse, ou encore 0,600 de carbone et 3,75 °/₀ de manganèse, on a des aciers fragiles ; seulement cette fragilité n'est pas due à la présence seule du manganèse, mais bien à la transformation même causée par la présence de ce métal, qui abaisse les points de transformation.

Résultats des essais mécaniques des aciers au manganèse.

	N° de l'acier	Teneur en carbone	Teneur en manganèse	Aciers bruts de forge — Essais à la traction R	E	A	Σ	Essais à la fragilité — Méthode Fremont	Essais à la dureté $p=3000$ kg — Chiffre de Brinell	Aciers trempés — Essais à la traction R	E	A	Σ	Essais à la fragilité — Méthode Fremont	Essais à la dureté $p=3000$ kg — Chiffre de Brinell
		°/₀	°/₀	kg	kg	°/₀	°/₀	kgm		kg	kg	°/₀	°/₀	kgm	
1re série. — Aciers peu carburés (moins de 0,300 de carbone).	1	0,082	0,432	37,6	27,8	22	76,5	38	87	44,4	26,3	17	71,2	30	105
	2	0,273	1,296	42,5	28,2	24,5	73,4	39	89	64	58,8	9	62,1	22	196
	3	0,104	1,728	49,7	28,6	17,5	58,2	36	107	65,5	44,4	3,5	39,6	16	234
	4	0,236	2,150	55,7	40,7	13,5	57,2	38	107	106,9	106,9	1	5	13	248
	5	0,058	4,200	43,7	30,8	21,5	76,5	34	97	54,3	33,1	10	73,4	26	126
	6	0,276	5,600	71,9	71,9	0,2	2,9	3	418	67,5	67,5	1	0	2	418
	7	0,034	6,139	118,3	84,3	0,2	0	3	444	79	79	0,5	0	0	444
	8	0,172	10,512	96,4	48,9	4	0	4	293	79,1	33,9	2,5	8,2	3	300
	9	0,156	12,920	65,5	30	3,5	6	12	248	76,8	30	6	5,8	8	269
	10	0,224	14,400	79,1	23,3	10	14,7	27	212	67,7	48,9	5,25	12,5	18	235
	11	0,114	20,880	91,9	35,4	20,5	17,5	25	192	88,9	39,5	13	14,7	26	179
	12	0,296	33,480	61,4	34,2	45	74,6	28	134	63,3	33,9	47	73,5	33	134
2e série. Aciers contenant plus de 0,700 de carbone.	13	0,873	0,461	111,9	59,5	6	9	3	217	Ces quatre aciers ont « tapé » à la trempe et n'ont pu être essayés.				0	532
	14	0,840	1,031	118,3	68,5	5	9	3	302					0	477
	15	0,930	1,972	105,4	79,1	1	3	3	269					0	495
	16	0,934	3,084	100,9	82,8	0,5	0	3	364					0	302
	17	0,702	5,112	86,6	60,2	2	3	0	418	54,3	42,7	1	0	4	248
	18	0,700	7,200	56,5	41,4	6	7,5	10	196	60,2	41,4	6,2	7,5	10	179
	19	0,922	10,080	97,8	48,2	29	14,7	30	183	84,3	52,7	16,5	14,7	32	159
	20	0,960	12,096	89,6	61,8	15	14,7	23	202	79,1	41,4	12	13,5	32	196

Les essais relatifs aux aciers contenant de 0,700 à 0,900 de carbone, permettent de diviser ceux-ci en deux groupes : un groupe d'aciers fragiles qui va de 0 à 5 °/₀ de manganèse, et un groupe d'aciers non fragiles, qui comprend tous les aciers contenant plus de 5 °/₀ de manganèse.

L'acier contenant 5,112 °/₀ de manganèse qui, comme nous l'avons dit, est un acier tout particulier, comme constitution, présente une très grande fragilité, laquelle doit être attribuée à l'existence du constituant spécial déjà signalé.

3° ***Essais à la dureté ($P = 3\,000$ kilogr.).*** — Les expériences, faites sur les aciers contenant peu de carbone, conduisent au même groupement que les essais précédents :

1° De 0 à 5 °/₀ de manganèse, on a des aciers dont la dureté est très faible, et sur lesquels le pourcentage plus ou moins élevé de manganèse n'a pas une influence très sensible ;

2° De 5 à 12 °/₀, on a des aciers extrêmement durs : toutefois les aciers de cette série qui contiennent du fer γ ont déjà une dureté relativement atténuée ;

3° Pour une teneur de manganèse supérieure à 12 °/₀, les duretés sont faibles. L'acier à 12,9 °/₀ de manganèse forme le terme de passage.

Quant aux aciers riches en carbone, ces essais, comme ceux au choc, conduisent à grouper les aciers en deux classes :

1° Les aciers contenant de 0 à 5 °/₀ de nickel, qui sont extrêmement durs ;

2° Les aciers renfermant plus de 5 °/₀ de nickel, dont la dureté est peu élevée.

II. Essais sur aciers trempés. — ***1° Essais à la traction.*** — Les résultats relatifs aux aciers peu carburés montrent que les aciers qui contiennent de 0 à 5 °/₀ de manganèse, subissent plus ou moins les effets de la trempe, suivant qu'ils contiennent très peu de carbone (nos 1 et 5), ou qu'ils en contiennent quelque peu (n° 4).

Digitized by Google

La trempe adoucit les aciers qui renferment de 5 à 12 % de manganèse ; la charge de rupture est beaucoup moins élevée ; malgré cela les allongements et les strictions sont extrêmement faibles. La modification apportée à la charge de rupture est certainement due à ce que, par trempe, une partie du fer passe à l'état γ.

Enfin, la trempe n'a que très peu d'influence sur les aciers du troisième groupe; cependant elle semble diminuer légèrement la striction.

Quant à l'acier qui se trouve sur la limite du second et du troisième groupe, et qui contient 12,92 % de manganèse, il possède, après trempe, une charge de rupture un peu plus élevée.

Les expériences faites sur la série des aciers plus carburés montrent que la trempe abaisse la charge de rupture des aciers à fer γ.

Sur l'acier contenant 5,1 % de manganèse, la trempe a un effet très accentué dans le même sens, mais les allongements et la striction sont très faibles.

2° *Essais à la fragilité (méthode de M. Fremont).* — Parmi les aciers peu carburés, ceux du premier groupe ne prennent de la fragilité par la trempe que s'ils contiennent quelque quantité de carbone ; il faut noter, cependant, que l'acier qui renferme 4,2 % de manganèse et seulement 0,058 de carbone donne, avant trempe, 34 kilogrammètres, et, après trempe, 26 ; ceci viendrait confirmer un fait analogue à celui que nous avons avancé pour les aciers au nickel, à savoir : que la martensite de ces aciers est une martensite spéciale dans la constitution et les propriétés de laquelle intervient le métal étranger. On aurait pu penser que la trempe devait enlever de la fragilité aux aciers du second groupe, puisque, par suite de cette opération, une partie du fer passe à l'état γ; il n'en semble rien être. D'ailleurs, la micrographie montre bien que ces aciers sont encore martensitiques, mais qu'il y a simplement une tendance à la forme polyédrique.

Enfin, pour les aciers du troisième groupe, la trempe est, en quelque sorte, sans influence; elle améliorerait plutôt l'acier, à l'exception cependant des aciers qui sont susceptibles de passer par la trempe de la forme polyédrique à la forme martensitique.

La trempe rend extrêmement fragiles les aciers contenant de 0 à 3 % de manganèse. Elle rend moins fragile l'acier contenant 5 % de manganèse dans lequel, après trempe convenable, il n'y a plus trace de carbure double.

Enfin, sur les aciers du troisième groupe, elle a plutôt un effet améliorant, bien qu'elle n'influe nullement sur leur constitution.

3° *Essais à la dureté (méthode de M. Brinell. P = 3 000 kilogr.).* — La trempe durcit d'autant plus les aciers peu carburés, que ceux-ci contiennent plus de carbone. Ce durcissement est, d'ailleurs, plus accusé que pour des aciers ordinaires de même teneur; ceci vient encore à l'appui du fait de l'existence d'une martensite spéciale.

Elle est sans influence sur les aciers de la deuxième et de la troisième classe. Sur ces derniers, elle aurait plutôt une tendance à produire de l'adoucissement; elle durcit un peu les aciers du troisième groupe qui se modifient par trempe.

Pour les aciers plus carburés, la trempe durcit ceux qui contiennent de 0 à 3 % de manganèse ; mais il est à remarquer que les aciers les plus durs de cette série sont devenus les plus doux, après trempe. Elle adoucit plutôt les aciers du troisième groupe. Elle a un effet marqué sur l'acier contenant 5,1 % de manganèse qu'elle adoucit d'une façon considérable, puisque, avant trempe, le chiffre de Brinell est 418 et, après trempe, 248.

La trempe adoucit donc les aciers renfermant le constituant spécial.

Résumé. — Les aciers ayant même constitution que les aciers au carbone, sont améliorés par une addition de manganèse. Ils ont une charge de rupture plus élevée, ils présentent une homogénéité remarquable, et une non-fragilité que l'on ne rencontre que dans ces aciers spéciaux.

Les aciers à structure martensitique sont à charge de rupture plus élevée, ils présentent une fragilité très grande.

Les aciers à structure polyédrique ont des propriétés analogues à celles des aciers au nickel à même structure; mais, d'une façon générale, ils sont beaucoup plus durs, au sens minéralogique du mot, et, par conséquent, beaucoup plus difficiles à travailler.

Conclusion. — Les conclusions que nous pouvons tirer de ces recherches, c'est qu'il y a concordance absolue entre les résultats donnés par la métallographie et par les essais mécaniques comme pour les aciers au nickel. Il faut aussi en conclure que, dans la plupart des aciers spéciaux, le nickel peut être remplacé par le manganèse, mais en quantité beaucoup moindre et même dans les aciers à structure perlitique, pour lesquels l'introduction du manganèse n'apporte aucune fragilité.

Nous tenons à remercier la Société Commentry-Fourchambault pour le soin avec lequel elle a fabriqué ces aciers et pour la bienveillance qu'elle a mise à faciliter nos recherches.

Léon Guillet,
Docteur ès Sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

MÉCANIQUE

TACHYGRAPHE KARLIK

L'emploi d'enregistreurs permettant de suivre exactement et régulièrement la marche des différentes machines se développe de plus en plus dans l'industrie. Conservant la trace d'incidents passagers qui, tout en échappant à une observation même attentive, sont l'indice de faits pouvant avoir des conséquences graves, ces appareils prennent une importance toute particulière lorsqu'il s'agit d'enregistrer la vitesse d'une machine d'extraction, d'une machine soufflante ou d'un laminoir ; leur emploi a, d'ailleurs, été rendu obligatoire en Allemagne et en Autriche pour les machines d'extraction.

Toutefois, ils doivent satisfaire à certaines conditions : il est nécessaire ou tout au moins désirable que le diagramme qu'ils tracent soit facile à lire sans exiger des dimensions trop considérables, ni le remplacement trop fréquent du papier; il faut aussi qu'ils soient simples, pour ne pas exiger une construction trop coûteuse, tout en conservant cependant une précision et une sensibilité suffisamment constante dans toute l'étendue de leur fonctionnement.

Le *Génie Civil* a récemment décrit deux enregistreurs de cordées [1] pour machines d'extraction. Le tachygraphe imaginé par M. Karlik, Ingénieur à Kladno (Bohême), fournit des résultats analogues par des moyens différents, ainsi qu'on pourra en juger d'après la description que nous empruntons à la communication faite par M. H. Hubert. chargé de cours à l'Université de Liège, à l'Association des Ingénieurs sortis de l'École de cette ville [2].

Le tachygraphe de M. Karlik se compose de deux tubes T (fig. 1 et 2),

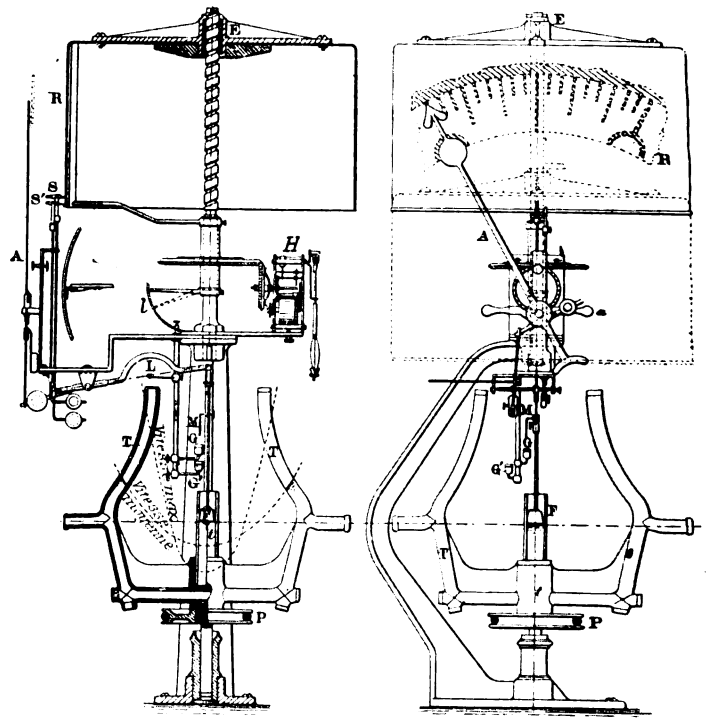


Fig. 1 et 2. — Coupe et élévation du tachygraphe Karlik.

placés symétriquement dans un même plan vertical et communiquant à leur partie inférieure avec un autre tube plus court et plus large *t*, placé dans l'axe de l'appareil, le tout formant une sorte de lyre.

Ces tubes, contenant du mercure, sont portés sur une douille qui reçoit un mouvement de rotation au moyen de la poulie P, reliée par courroie à l'arbre de la machine d'extraction. Sous l'influence de la force centrifuge, le mercure monte dans les tubes latéraux et descend dans le tube central. Un flotteur F suit dans celui-ci les variations du niveau de mercure; sa tige commande l'extrémité d'un levier à coulisse L qui porte le stylet S servant à tracer le diagramme sur le papier du tambour R. Avec cette disposition, il est facile de modifier l'échelle du diagramme.

Le tambour cylindrique est actionné par un mouvement d'horlogerie H, qu'on remonte au moyen de la clef *a*. Il tourne régulièrement autour de son axe, mais, étant porté par l'écrou mobile E, il descend en même temps que la vis à pas allongé que forme l'axe de l'appareil lui-même. Un second stylet fixe S' trace en rouge sur le papier une hélice qui constitue la base du diagramme. L'échelle de celui-ci est déterminée de façon que la hauteur correspondant à la plus grande

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 13, p. 208, et t. XLII, n° 11, p. 172.
(2) Voir *Revue universelle des Mines*, avril 1903.

Digitized by Google

vitesse soit inférieure au pas de la vis; de cette manière, les diagrammes ne se recouvrent pas. Un petit levier l permet de débrayer le tambour pour placer ou enlever les diagrammes.

Le diamètre du tambour, pour une machine d'extraction, est de 344 millimètres, et un tour dure deux heures. Le stylet S parcourt ainsi une longueur de 9 millimètres en une minute et donne un diagramme très lisible.

L'appareil sert en même temps d'indicateur de vitesse et, dans ce but, la tige du flotteur actionne, à l'aide d'un levier, une grande aiguille A se déplaçant devant une échelle graduée. Enfin, la même tige porte une pointe M qui, en venant plonger dans un godet à mercure G, placé à une hauteur déterminée, ferme le circuit d'une sonnerie électrique, lorsque la vitesse dépasse une limite fixée. L'appareil porte deux godets semblables G et G', qu'on amène alternativement sur le trajet de la pointe M, suivant que la machine sert à l'extraction des produits ou à la translation des ouvriers.

Le principe de l'appareil est basé sur la forme que prend la surface libre d'un liquide pesant contenu dans un vase tournant autour d'un axe. La courbe méridienne de cette surface, en prenant l'axe des x horizontal et l'axe des y vertical, est une parabole du second degré dont le sommet est sur l'axe des y et qui a pour équation :

$$y = \frac{\omega^2 x^2}{2g} + c,$$

ω étant la vitesse angulaire de l'appareil.

En disposant la constante de manière que le sommet soit à l'origine, on a :

$$y = \frac{\omega^2 x^2}{2g};$$

y peut représenter alors la hauteur du mercure dans les tubes latéraux au-dessus du niveau du liquide dans le tube central, x étant la distance à l'axe du milieu de la surface du mercure dans les tubes T.

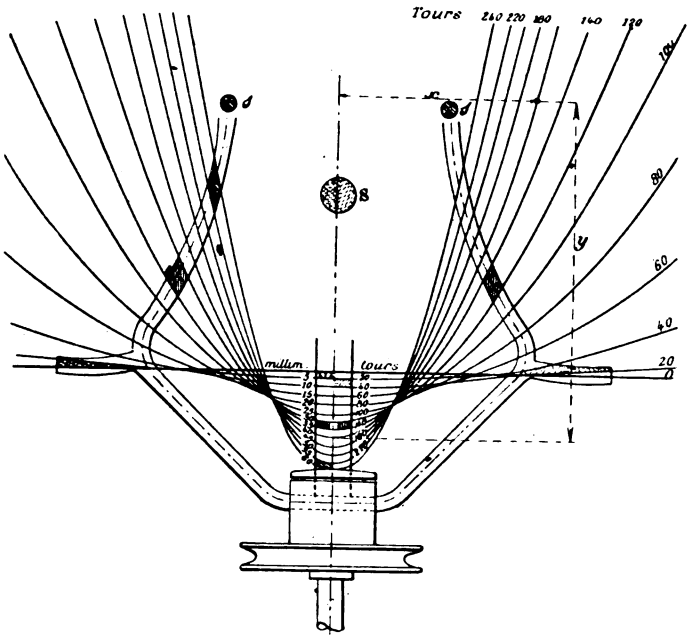


FIG. 3. — Détermination par points du profil des tubes.

En désignant par h la distance entre le sommet de la parabole, qui est le niveau du mercure dans le tube central, et le plan auquel le liquide s'établit quand le système est en repos, et en imposant la condition que cette distance soit proportionnelle à la vitesse angulaire de l'appareil, on a :

$$\omega = ch\sqrt{2g},$$

c étant une constante. L'équation de la méridienne devient alors :

$$y = c^2 h^2 x^2.$$

Les deux hauteurs relatives à deux vitesses différentes étant désignées par y_1 et y_2, les abscisses correspondantes par x_1 et x_2, on obtient :

$$y_1 = c^2 h_1^2 x_1^2$$
$$y_2 = c^2 h_2^2 x_2^2$$

d'où

$$x_2 = x_1 \frac{h_1}{h_2}\sqrt{\frac{y_2}{y_1}}. \qquad [1]$$

Si l'on se donne x_1, y_1 et h_1 correspondant à la plus grande vitesse de rotation et par conséquent à la plus forte dénivellation du mercure, l'équation précédente donne la relation entre x_2 et y_2 pour une hauteur h_2 déterminée.

D'autre part, en désignant par S la section du tube central et par s celle des tubes latéraux, on a, avec une approximation suffisante, d'après M. Hubert,

$$(h_1 - h_2)\,S = 2\,(y_1 - y_2 - h_1 + h_2)\,s$$

ou

$$y_2 = y_1 - h_1 + h_2 - \frac{h_1 - h_2}{2}\frac{S}{s}. \qquad [2]$$

L'équation [2] donne y_2, et l'équation [1] donne ensuite x_2, ce qui permet de tracer par points la forme du tube latéral qu'il faut adopter pour réaliser la condition que l'ordonnée du diagramme soit proportionnelle à la vitesse de rotation (fig. 3).

Le tracé choisi ordinairement par M. Karlik donne un abaissement du mercure de 1 millimètre par 4 tours et par minute. Afin de permettre la mesure des vitesses inférieures à 50 tours par minute, les tubes latéraux ont dû être munis de prolongements horizontaux où la nappe liquide peut s'étaler.

Cet appareil est adopté dans la plupart des charbonnages du bassin de Kladno.

VARIÉTÉS

Machine à laver et à balayer les rues.

La voiture que représentent les figures 1 et 2 porte un tonneau d'arrosage et une balayeuse, combinés ensemble dans le but d'enlever la poussière à l'état humide et, cependant, de ne pas la laisser séjourner sur la chaussée à l'état de boue. L'opération de nettoyage ainsi conduite concilie les prescriptions de l'hygiène avec la propreté des rues et la commodité des piétons, qui n'ont plus, alors, à traverser une chaussée couverte de boue et non encore balayée.

Le fonctionnement de l'appareil est des plus simples : le réservoir a, d'une contenance de 2 mètres cubes, est pourvu de deux tuyaux c et c_1, de débits différents, qui arrosent la chaussée sous la voiture même, les jets d'eau étant dirigés dans le sens de la marche. Deux autres

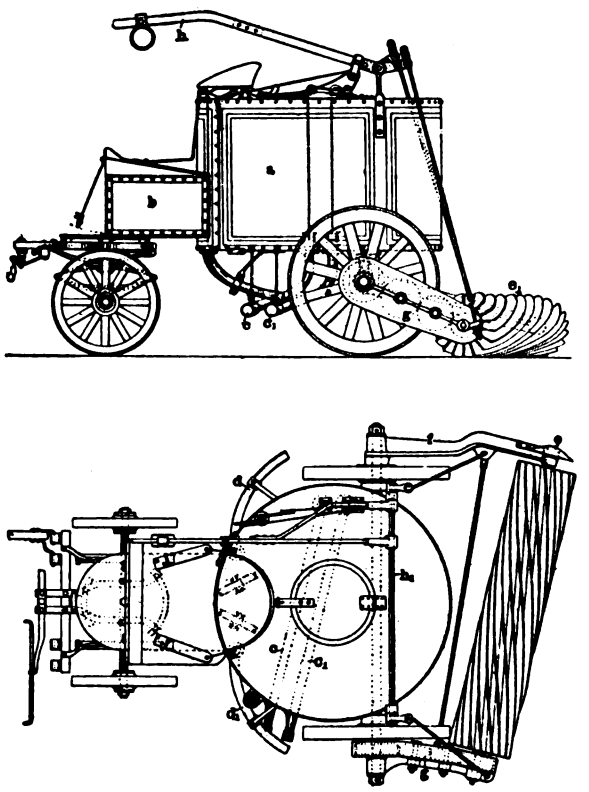


FIG. 1 et 2. — Élévation et plan de la balayeuse-arroseuse.

tuyaux d et d_1 permettent d'arroser en outre latéralement, quand cette manœuvre est possible sans gêner la circulation générale.

La balayeuse e, e_1, placée à l'arrière du chariot, est commandée au moyen d'un train d'engrenages g, par la roue arrière de gauche. Ces engrenages sont enfermés dans un carter. L'autre extrémité du rouleau balayeur est portée par le bras f.

Le conducteur abaisse ou relève le rouleau à l'aide du levier h, qui commande en même temps l'ouverture ou la fermeture des tuyaux c et c_1. Des leviers indépendants commandent les tuyaux latéraux d et d_1. On modifie à volonté l'importance du débit.

Le rouleau peut être armé de balais de diverses sortes : le modèle que nous représentons est muni de lames de caoutchouc disposées en hélice. Un autre type, plus spécialement destiné aux rues asphaltées, n'est pourvu que d'une racloire à lame de caoutchouc.

Digitized by Google

D'après le *Praktische Maschinen-Konstrukteur*, les multiples combinaisons dont on dispose avec cet appareil, suivant qu'on fait agir tel ou tel tuyau d'arrosage, avec un débit plus ou moins grand, permettent de nettoyer les rues avec la dépense d'eau strictement nécessaire, quel que soit l'état, sec ou mouillé, de la chaussée au moment de l'opération.

La voiture peut être attelée avec un ou deux chevaux, suivant le parcours à effectuer.

De l'augmentation du rendement lumineux des lampes à pétrole.

Le rendement lumineux d'un foyer, qui est le rapport entre l'énergie nécessaire à la transformation de l'énergie thermique en intensité lumineuse, et cette intensité lumineuse elle-même, a déjà été étudié pour l'arc électrique et pour la lampe à incandescence. M. Polay, à la suite d'essais faits à l'Exposition d'Anvers, a indiqué entre l'intensité moyenne sphérique S_m d'une lampe à arc et l'intensité en carcels i, la relation

$$S_m = 0{,}35\, i$$

et entre l'intensité lumineuse maximum i_m et l'intensité du courant en ampères I, la relation

$$i_m = 20\,I + 0{,}4\,I^2.$$

Si l'on porte en ordonnées les rendements R ou les inverses des watts consommés par carcel-seconde, et en abscisses les intensités correspondantes S_m, on a, d'après les expériences de M. Fontaine, la courbe n° 1 (fig. 1) et le tableau ci-dessous :

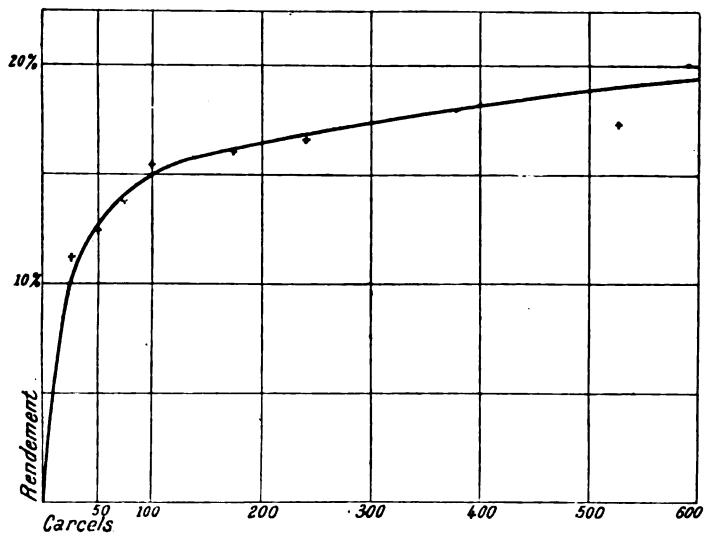


Fig. 1. — Courbe des rendements en fonction des intensités en carcels (électricité).

R	S_m	R	S_m
0,112.	26	0,161.	175
0,125.	50	0,166.	240
0,138.	75	0,175.	525
0,154.	100	0,208.	600

On voit que le rendement grandit quand l'intensité augmente, d'abord très vite, puis très lentement. L'équation qui relie le rendement y à l'intensité i est de la forme :

$$y = a \times b^{\left(\frac{1}{i}\right)^m}$$

dans laquelle $a = 0{,}200$; $b = 0{,}004$

et m est une fonction de i de la forme

$$m = A + Bi^n$$

où $A = 0{,}630$; $B = 88 \times 10^{-10}$; $n = 2{,}62$.

M. Charles Henry s'étant posé le même problème en ce qui concerne les lampes à pétrole, nous allons indiquer, d'après une communication qu'il a faite récemment à la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* (1), les résultats auxquels ses recherches l'ont conduit. Il les a groupés dans une courbe (fig. 2) obtenue en prenant comme ordonnées les inverses des poids de pétrole consommé par bougie-heure et en abscisses les intensités correspondantes. Cette courbe a une grande analogie avec celle concernant les lampes à arc (fig. 1); le rendement grandit très vite avec les intensités jusqu'à 1 carcel, très lentement de 1 à 3 carcels, et ensuite reste sensiblement constant.

Pour l'établir, M. Henry s'est servi non seulement des résultats qu'il a obtenus avec des becs ronds ordinaires, mais encore de ceux obtenus antérieurement, pour de fortes intensités, par M. Heim et par MM. Baille et Féry. Ces derniers chiffres sont respectivement marqués (fig. 2) par les lettres H, B et F. Il a comparé en outre des pétroles

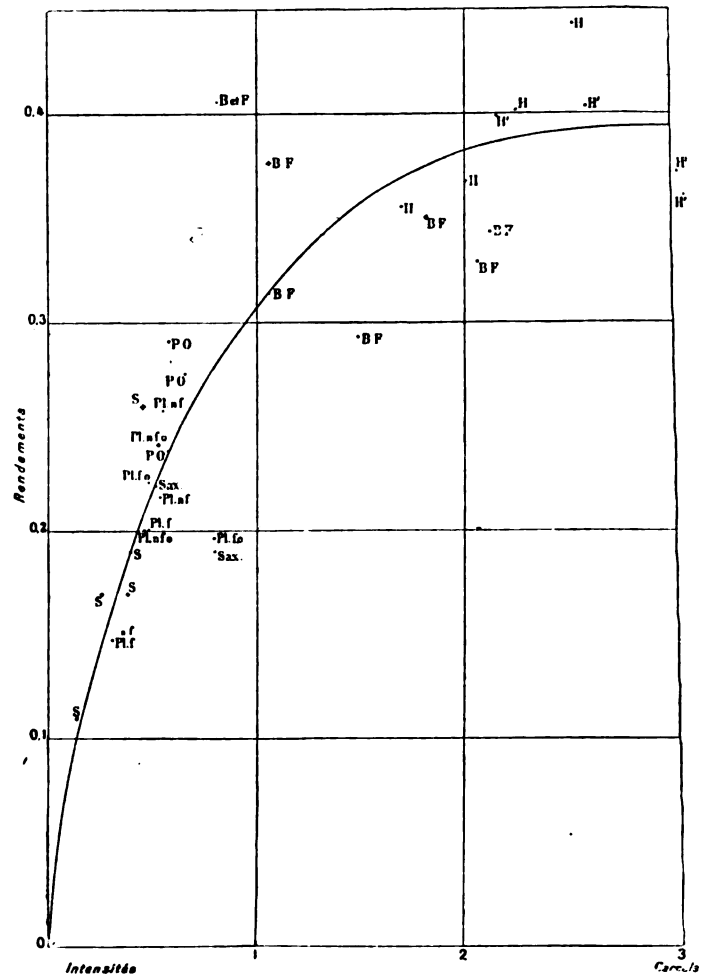


Fig. 2. — Courbe des rendements en fonction des intensités en carcels (pétrole).

de marques différentes, pétrole de luxe *(s)*, pétrole ordinaire *(po)*, pétrole inodore raffiné *(pl)*, filtré *(f)*, non filtré *(nf)* et ozoné *(o)* ; le rendement serait indépendant du procédé de raffinage. Il est possible cependant que le pétrole ordinaire, au bout d'un long usage, encrasse les mèches plus que le pétrole de luxe et diminue par là le rendement, mais l'auteur n'a pas eu l'occasion de mesurer cette influence.

L'équation qui relie l'inverse de la consommation à l'intensité est, pour la lampe à pétrole, dans les limites de 0 à 3 carcels, comme pour l'arc électrique, de la forme

$$y = a \times b^{\left(\frac{1}{i}\right)^m}$$

dans laquelle, i étant compté en bougies décimales,

$$a = 0{,}395\,;\ b = 0{,}203$$

et $m = A + Bi$, où $A = 0{,}32$ et $B = 0{,}05$.

La comparaison des courbes (fig. 1 et 2) montre que le rendement, dans le cas d'une lampe à arc, grandit lentement avec l'intensité et qu'avec une lampe à pétrole, il atteint très vite un maximum. Il y a donc une cause de déperdition lumineuse pour cette dernière et, en général, pour tout foyer lumineux à flamme, que M. Henry attribue à la perte de chaleur par convection. Il a cherché à remédier à cette perte de chaleur en coiffant l'extrémité du bec rond de la lampe à pétrole par un anneau de cuivre émergeant de 4 millimètres environ au-dessus du bec. Cet anneau protège la base de la flamme contre le refroidissement et échauffe l'air qui lui arrive après avoir léché la surface chaude de l'anneau. Les vapeurs de pétrole sont ainsi mieux brûlées, l'odeur carburée de l'air de la cheminée disparaît et l'incandescence de la flamme augmente.

L'économie est d'ailleurs sensible à la balance, et les expériences de M. Henry lui ont montré que l'addition de la bague diminue la consommation de la lampe de 40 à 25 %, suivant l'intensité du bec.

Les principaux résultats de ces essais, qui ont été effectués aux laboratoires de recherches des établissements Goy et répétés au labo-

(1) Voir le *Bulletin* de juin 1903.

Digitized by Google

ratoire de photométrie de l'inspection du gaz de la Ville de Paris, sont consignés dans le tableau suivant :

INTENSITÉS		CONSOMMATIONS PAR CARCEL-HEURE		ÉCONOMIE
SANS ACCESSOIRE	AVEC ACCESSOIRE	SANS ACCESSOIRE	AVEC ACCESSOIRE	%
0,4	0,694	41,6	25,9	38
»	0,43	»	25,5	39
0,503	0,737	37,4	28,5	24
»	0,65	»	27,7	26
0,72	1,19	38,2	27,3	28
0,77	0,91	39,0	29,3	25

D'après l'auteur, l'économie réalisée varie en raison inverse de la racine carrée de l'éclairage. Toutefois cette relation subit des modifications avec le temps, sous l'influence de causes multiples : usure de la lampe, usure de la mèche, etc., et l'on ne doit retenir comme résultats constants de l'addition de l'anneau de cuivre, qu'une incontestable supériorité de l'incandescence et une économie variable, liée au bon entretien de la mèche et au fonctionnement normal de la lampe.

Machine à planer les tôles.

La machine à planer les tôles, représentée ci-dessous, est actionnée par l'électricité. Elle est, en outre, caractérisée par les dispositions nouvelles qui ont été données aux paliers des cylindres et aux galets sur lesquels ces cylindres sont appuyés intermédiairement. Ces dispositions ont pour avantage principal de faciliter l'inspection des tourillons et des paliers, le démontage se faisant rapidement et simplement.

Le bâti de la machine proprement dite, les paliers des trains d'engrenages et l'électromoteur sont montés sur une même plaque de fondation.

Le bâti se compose de deux parties, un bâti supérieur et un bâti inférieur, chacun d'eux supportant le jeu de cylindres correspondant. Les deux bâtis sont réunis l'un à l'autre par leurs parties supérieures au moyen d'une forte entretoise en acier coulé, et, par leurs parties inférieures, au moyen de tirants clavetés à leurs extrémités.

Les cylindres inférieurs sont placés dans la partie haute de leur bâti ; les rouleaux supérieurs, au contraire, sont portés par des paliers dans la partie basse de leur bâti.

Les paliers des cylindres supérieurs sont équilibrés hydrauliquement et leur déplacement vertical simultané s'obtient au moyen de vis actionnées par un électromoteur particulier, commandant un système de roues héliçoïdales et d'engrenages droits.

En outre, les deux cylindres supérieurs latéraux peuvent être déplacés verticalement à la main, et indépendamment, au moyen d'un grand volant, commandant un système à roue héliçoïdale et à vis sans fin.

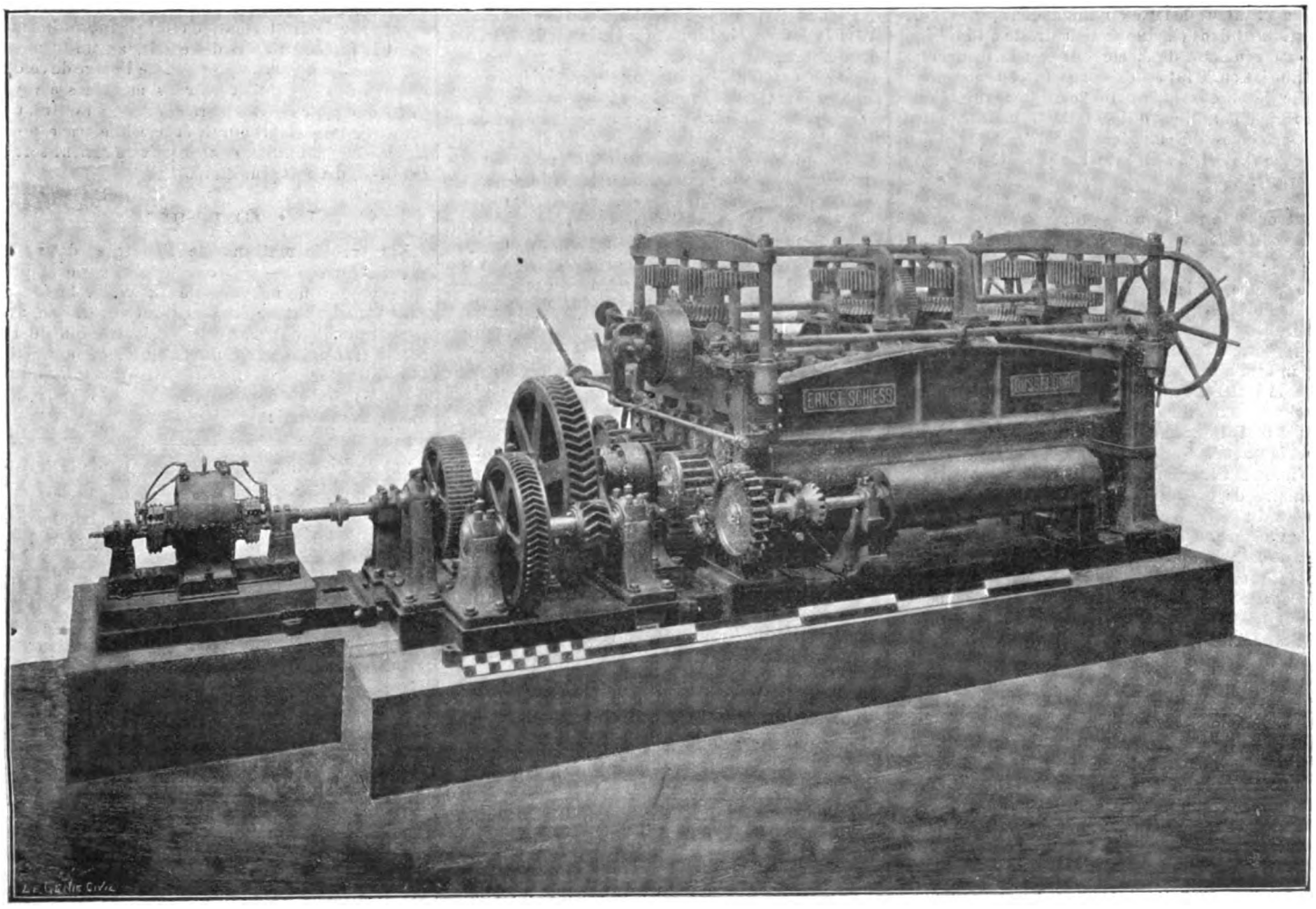
Les cylindres inférieurs et les cylindres supérieurs du milieu sont soutenus par des galets dont les tourillons sont placés dans des paliers particuliers fixés, les uns (ceux du bas), dans un support en acier coulé boulonné sur la plaque de fondation, les autres (ceux du haut), dans une traverse mobile qui, en se déplaçant, les déplace tous simultanément dans le sens vertical. Les galets inférieurs peuvent être déplacés indépendamment l'un de l'autre dans le sens vertical, de façon à permettre le rattrapage du jeu.

Pour enlever les cylindres supérieurs et les galets de soutien inférieurs ou supérieurs, il suffit d'enlever les paliers correspondants, ce qui démasque une ouverture assez grande par laquelle on peut faire sortir les cylindres.

Si l'on veut enlever les rouleaux inférieurs, on sépare les bâtis inférieur et supérieur en faisant sauter les clavettes, et on enlève le bâti supérieur, y compris ses cylindres, au moyen d'un pont-roulant.

Trois aiguilles indicatrices permettent une mise au point exacte des cylindres supérieurs et sont disposées de telle sorte que l'une des aiguilles indique la position de toute la rangée supérieure en bloc ; les deux autres aiguilles indiquent, pour les cylindres supérieurs, la position de chacun des cylindres latéraux par rapport à ceux du milieu.

Les cylindres et les galets de soutien sont en acier forgé. Pour soutenir les cylindres supérieurs hydrauliquement, il est évidemment nécessaire d'avoir à sa disposition de l'eau sous pression.



Machine à planer les tôles, à commande électrique.

Une machine, pouvant travailler des tôles d'une épaisseur de 25 millimètres à froid et de 40 millimètres à chaud sur $4^m 15$ de largeur au maximum, comprend quatre cylindres supérieurs et trois cylindres inférieurs de chacun 350 millimètres de diamètre ; elle absorbe environ 85 chevaux. Il faut, en outre, une puissance de 25 chevaux pour le déplacement vertical des cylindres supérieurs.

Cette machine est construite par la maison E. Schiess, de Düsseldorf ; elle peut également être commandée par un moteur à vapeur.

E. G.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 17 août 1903.

Acoustique. — *Sur le phénomène aérodynamique produit par le tir des canons grêlifuges.* Note de M. J. VIOLLE.

Le tir des canons contre la grêle donne lieu à un phénomène acoustique curieux, qui présente une analogie étroite avec certains faits caractéristiques signalés dans les travaux antérieurs de M. Violle.

A la détonation proprement dite succède un long sifflement se prolongeant pendant dix à quinze secondes. Ce sifflement, que les paysans bourguignons appellent *la vibration*, est pour eux le signe qui a la vertu magique de disperser les orages, de faire taire le tonnerre, de conjurer la grêle.

Le premier bruit du coup mis à part, la nature et les variations du son qui procède par saccades, suivant une trajectoire irrégulière, rappellent le sifflement d'une fusée d'artifice lancée en l'air.

Le canon grêlifuge lance effectivement un projectile, bien qu'il ne soit chargé qu'à poudre (à la dose d'une centaine de grammes seulement). Grâce à la superposition d'un vaste cône en tôle qui lui donne l'aspect d'un énorme tromblon, il envoie, presque à chaque coup, non seulement une masse gazeuse qui peut être lancée à grande distance, mais aussi une belle couronne de fumée, en forme de tore, semblable à celle que sait produire un fumeur habile. Cette couronne s'élève dans l'atmosphère, plus ou moins chassée par le vent, tandis que, comme l'on sait, les particules composantes roulent sur elles-mêmes et autour de l'axe circulaire de la couronne, le mouvement dans chaque section droite à l'intérieur de l'anneau étant de même sens que le mouvement de translation. C'est à l'existence de ce remarquable projectile gazeux qu'est lié le sifflement prolongé qui frappe l'oreille et qui se rattache manifestement aux principes développés par M. le commandant Charbonnier, et mis en évidence par M. le général Sebert (1).

Astronomie physique. — *Observations spectrales de la comète Borrelly* (1903 *c*). Note de M. H. DESLANDRES.

Le spectre de la comète Borrelly a été étudié à Meudon avec la grande lunette double de l'observatoire.

Le spectre a été observé les 5, 6 et 7 août dans la région lumineuse et ensuite photographié dans le bleu, le violet et l'ultra-violet avec une pose de deux heures. La fente du spectrographe était dirigée dans le sens de l'allongement du noyau, de la chevelure et de la queue.

D'une manière générale, cette comète a le spectre ordinaire de ces astres, constitué surtout par les bandes du carbone attribuées aux hydrocarbures et au cyanogène. Quelques raies supplémentaires, la plupart faibles, apparaissent près du noyau, se détachant ainsi sur un spectre continu peu intense.

Le spectre est presque identique à celui de la comète *b* 1893 (Rordame), qui a été visible à l'œil nu dans la même région du ciel.

Les bandes qui composent le groupe bleu des hydrocarbures (λ 473) sont séparées, alors qu'avec la plupart des comètes elles apparaissent confondues.

Le 7 août, le spectre cométaire a été photographié entre deux spectres terrestres de comparaison, ainsi que dans les recherches spectrales antérieures sur les planètes et la loi de leur rotation. Or, de même qu'avec les planètes, la raie cométaire λ 388 a été trouvée inclinée légèrement par rapport aux raies terrestres voisines. Les différents points de la comète ont des vitesses radiales différentes par rapport à la Terre. Ces différences, dans le cas d'une planète ordinaire, étaient dues à sa rotation, mais, dans le cas présent, elles ont été rapportées à la force répulsive émanée du soleil que tous les auteurs admettent depuis Képler pour expliquer la queue, et qui éloigne du noyau les petites particules cométaires avec une vitesse rapidement croissante.

Chimie agricole. — *Exemples d'analyse mécanique des sols.* Note de M. Th. SCHLŒSING.

M. Schlœsing donne des exemples d'analyses des terres opérées suivant sa méthode déjà décrite (1), avec prélèvement d'échantillons à l'état humide et dosage du calcaire au moyen du calcimètre de M. de Mondésir.

Il montre que la présence de l'argile n'apporte pas de trouble au classement des sables fins.

Chimie minérale. — *Diagramme donnant les propriétés des aciers au nickel.* Note de M. Léon GUILLET, présentée par M. Ditte.

Notre distingué collaborateur, M. L. Guillet, présente à l'Académie les résultats de ses recherches sur la classification des aciers au nickel, que le *Génie Civil* a publiées récemment (1). Un diagramme très simple, établi en prenant pour coordonnées rectangulaires les teneurs en carbone et en nickel, montre les régions des aciers à perlite, des aciers martensitiques, des aciers à fer γ, séparées par des droites concourantes sur l'axe des *x*.

A. B.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLIII, n° 17, p. 270. *(Comptes rendus de l'Academie des Sciences.)*

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 9, p. 134.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Emploi d'enclenchements provisoires dans les grandes gares. — Pendant les périodes de réfection ou de remaniement des installations d'enclenchements dans les grandes gares, on est obligé de dételer les transmissions d'un certain nombre d'appareils qu'il faut se résoudre à actionner à pied d'œuvre au lieu de les commander à distance. On se prive ainsi des garanties de sécurité que donne la concentration des manœuvres dans les cabines du genre Saxby. Aussi la Compagnie du Nord a-t-elle étudié le moyen d'appliquer, en pareil cas, des enclenchements provisoires, peu coûteux, faciles à installer et à déplacer, au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Ceux-ci sont divisés en plusieurs phases, dont on fixe *a priori* la durée et l'on détermine, pour chaque étape, quels sont les appareils de voie qui pourront être distraits momentanément du service, afin de laisser le champ libre aux ouvriers. Les appareils restants sont groupés, au point de vue des manœuvres, en petits postes à fleur de sol, comprenant de 5 à 10 leviers. Ces postes sont solidarisés entre eux au moyen de transmissions électriques ou mécaniques très simples. Dans un grand nombre de cas, l'emploi de serrures Bourré a permis de solutionner le problème d'une façon très économique. L'expérience faite dans plusieurs grandes gares de la Compagnie du Nord, et notamment à Lens, Lille, Amiens, a pleinement réussi.

M. MOUTIER donne, dans la *Revue générale des Chemins de fer* d'août, les dispositions qui ont été prises pour satisfaire au double desideratum suivant : empêcher qu'un mouvement quelconque vienne en convergence ou en collision avec d'autres mouvements et, en second lieu, avoir l'assurance que chaque appareil de voie, mis en action pour une position déterminée, ne puisse être déplacé.

La plupart des enclenchements provisoires sont binaires, c'est-à-dire intéressent deux leviers, reliés par une simple transmission funiculaire, ce qui a permis de réaliser toutes les combinaisons qu'on obtient avec les grils et taquets, avec cet avantage que l'installation peut se faire en quelques heures. De nombreux exemples d'applications, accompagnés de tableaux et de graphiques, complètent cette description.

Les chemins de fer d'intérêt local en Autriche et leur future exploitation. — M. Josef FOGOWITZ, dans les *Mitteilungen des Vereines für die Förderung des Lokalbahnwesens*, de juillet, fait ressortir combien l'Autriche s'est tardivement décidée à accorder, comme la plupart des peuples voisins, un régime spécial facilitant l'établissement des lignes d'intérêt local.

Il examine, spécialement en ce qui concerne la Basse-Autriche, les chemins de fer d'intérêt local récemment construits et discute les cas où la voie étroite a été préférée à la voie large.

M. Fogowitz passe en revue les difficultés rencontrées dans la plupart des cas par les promoteurs de ces lignes : opposition des particuliers, des grandes lignes, du gouvernement, charges financières inacceptables, etc.

Il énumère les lignes qui constituent le réseau local de la Basse-Autriche et celles qui sont encore en projet, en insistant sur les ouvrages les plus intéressants qu'elles présentent.

Étudiant ensuite leur exploitation, il remarque qu'en principe la Basse-Autriche, au contraire de la plupart des autres provinces, étudie, construit et exploite son réseau local.

Il semblerait préférable de confier cette exploitation aux Compagnies de chemins de fer en correspondance avec le réseau local, mais on a pu constater que ces Compagnies avaient tendance à organiser l'exploitation sur le même pied que pour une grande ligne et que le rendement en était notablement diminué.

On comprend d'ailleurs facilement à quelles difficultés le chef de l'exploitation de ces petites lignes se heurte pour concilier l'exactitude et la sûreté des transports avec l'économie; l'auteur donne, par expérience personnelle, d'utiles indications et signale notamment les voitures automotrices à vapeur ou à pétrole qui commencent à être utilisées en Allemagne et en Autriche.

Nouveau mode de graissage automatique des fusées d'essieux de locomotives. — Ce nouveau dispositif de graissage, décrit dans l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, du mois de juin, a été appliqué à titre d'essai sur plusieurs locomotives de la Compagnie américaine Delaware Lackawanna and Western Railway. Le lubrifiant est une graisse consistante, enfermée dans une petite caisse en tôle, placée dans le fond de la boîte entourant la fusée. Sa partie supérieure, qui est percée de trous, épouse la forme de cette fusée, avec laquelle elle est mise constamment en contact au moyen d'un ressort à boudin sur lequel elle repose. La graisse passe ainsi à travers les trous du couvercle semi-cylindrique de la caisse et fond, au fur et à mesure de son emploi, sous l'influence de la chaleur développée par le frottement, en lubrifiant uniformément la fusée. Au cours des essais, aucun inconvénient ne serait résulté jusqu'ici de l'usage de ce dispositif très simple, tant pour les machines à voyageurs que pour celles à marchandises. En outre, une économie importante aurait été réalisée, par rapport au graissage à l'huile, dont le prix de revient serait, paraît-il, dix fois plus élevé.

ÉLECTRICITÉ

Les transformations de l'énergie dans les commutatrices. — L'*Electrical Review*, du 11 juillet, reproduit un mémoire de M. W. S. FRANKLIN, dans lequel l'auteur étudie, par comparaison avec l'auto-transformateur, quelle est la fraction de l'énergie transmise par conductibilité, et la fraction transmise par transformation, dans les commutatrices à deux ou à plusieurs bagues. Il arrive aux résultats suivants :

NOMBRE DE BAGUES	POURCENTAGE DE L'ÉNERGIE TRANSFORMÉE		POURCENTAGE de L'ÉNERGIE transmise par conductibilité
	par action motrice et génératrice successive	par action motrice et génératrice continue	
2	31,83	9,517	58,65
3	0	23,58	76,42
4	0	12,85	87,15
∞	0	11,53	88,47

L'auteur termine par une étude de la réaction d'induit dans la commutatrice à plusieurs bagues, et de son influence sur la forme de la courbe de force électromotrice.

L'usine électrique de la papeterie d'Albbruck. — La papeterie d'Albbruck, située auprès du confluent de l'Albe et du Rhin, dans le sud de la Forêt Noire, appartenant à une Société de Bâle, empruntait depuis longtemps sa force motrice à une chute de l'Albe. Le débit moyen de ce torrent varie de 1 à 3 mètres cubes par seconde; il peut atteindre exceptionnellement 200 mètres cubes.

Pour parer à l'insuffisance de cette première installation hydraulique, une usine électrique a été créée en amont, et envoie à la papeterie l'énergie empruntée à la chute de Hohenfels.

Le nouveau canal d'amenée est complètement creusé en galerie, et une courte conduite forcée relie le château d'eau à l'usine.

La *Schweizerische Bauzeitung*, des 4 et 11 juillet,

Digitized by Google

1er et 8 août, donne des renseignements très complets sur toute l'installation.

La prise d'eau comprend un barrage à déversoir, construit normalement au lit du torrent, et sur l'un des côtés duquel se détache le canal d'amenée, qui s'enfonce en galerie après avoir traversé un ouvrage muni de grilles et d'écluses de vidange. La section du tunnel est d'environ 2m20 de largeur sur 2 mètres de hauteur; sa longueur atteint 1410 mètres.

Le canal aboutit à un château d'eau, à partir duquel une conduite en tôle de 1m30 de diamètre descend directement à l'usine, sous une chute de 48 mètres. A ses côtés est installé un plan incliné funiculaire qui relie les deux bâtiments.

L'usine comprend deux groupes générateurs, dans une même salle; chacun d'eux se compose d'une turbine de 500 chevaux à axe horizontal, directement couplée avec un alternateur. La vitesse est de 240 tours. Chaque turbine est munie d'un régulateur différentiel, système Schaad.

Le courant triphasé (3 150 volts, 32 périodes) ainsi produit est transmis à la papeterie, à une distance de 3 kilom., par une ligne aérienne, et actionne directement différents moteurs, dont deux asynchrones de 400 chevaux.

Usine électrique de distribution d'énergie à Bakou. — L'énergie nécessaire à l'exploitation du pétrole, à Bakou, était fournie jusqu'ici par des machines à vapeur, qui empruntaient leur vapeur à de petites usines centrales, sous une pression de 4 kilogr. au plus. L'importance de la production du pétrole (670 millions de pouds, ou 11 millions de tonnes, en 1902) a suscité la création d'une station centrale électrique pouvant distribuer aux 2000 puits la force motrice nécessaire.

L'usine comprend quatre chaudières tubulaires, à surchauffeurs, fournissant de la vapeur à 12 kilogr., et chauffées au moyen de mazout. Les deux machines à vapeur sont horizontales et à triple expansion, et commandent chacune une dynamo de 700 kilowatts, qui fournit du courant alternatif à 6 500 volts.

La ligne à haute tension alimente trois stations de transformateurs situées dans le district pétrolifère, tandis que l'usine est auprès de la mer Caspienne et de la ville de Bakou. Les moteurs, généralement d'une quarantaine de chevaux, fonctionnent sous 1 000 volts.

Cette installation a été étudiée dans le *Praktische Maschinen-Konstrukteur*, du 6 août.

ÉLECTROCHIMIE

Les industries électrochimiques dans la région de Niagara Falls. — Le *Dinglers Polytechnisches*, des 8 et 15 août, passe en revue, d'après l'*Electrochemical Industry*, les principales usines de cette région, savoir :

La Castner Electrolytic Alkali Co traite le sel marin par l'électrolyse, d'après les brevets Castner et Mauran; elle produit de la soude caustique et du chlorure de chaux à 36 % de chlore;

L'Acker Process Co opère de même, d'après d'autres brevets;

La National Electrolytic Co fabrique le chlorate de potasse en électrolysant du chlorure de potassium, par le procédé Gibbs;

La Niagara Electrochemical Co fabrique, à Niagara Falls, du sodium et du peroxyde de sodium; à Perth Amboy (New-Jersey), du cyanure de sodium; elle emploie les procédés Castner;

L'United Barium Co transforme le sulfate de baryum en baryte, par réduction au moyen du charbon dans le four électrique (procédés Bradley et Jacobs). Cette baryte sert à fabriquer diverses couleurs, notamment le lithopone; elle a des emplois en sucrerie, en tannerie, etc.;

L'Oldbury Chemical Co produit du phosphore et du chlorate de potassium. Le phosphore est obtenu au four électrique, par les procédés Readman, Parker et Irvine;

L'Atmospheric Products Co cherche à réaliser les combinaisons de l'azote au moyen des étincelles électriques [1] (procédés Bradley et Lavejoy);

L'Electrical Lead Reduction Co opère la réduction de la galène par électrolyse;

La Carborundum Co fabrique le carbure de silicium ainsi dénommé par M. Acheson, et l'International Acheson Graphite Co met en œuvre les procédés de M. Acheson pour la fabrication du graphite et d'autres produits réfractaires;

La Norton Emery Wheel Co fabrique des objets en émeri et corindon (meules, etc.), en traitant la bauxite au four électrique;

L'Union Carbide Co, employant les procédés Willson et Price, produit la majeure partie du carbure de calcium employé en Amérique;

La firme A.-J. Rossi opère la réduction, au four électrique, des minerais titanifères, notamment de l'ilménite;

L'Ampère Electrochemical Co est une Société d'études, qui s'occupe des recherches et des découvertes en électrochimie, et qui en cède ensuite l'exploitation; plusieurs des usines que nous avons citées lui ont acheté les procédés qu'elles emploient.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 8, p. 127.

GÉOLOGIE

Étude hydrologique du littoral belge. — La ville de Bruges et les stations balnéaires du littoral belge étant dépourvues de bonne eau potable, un grand nombre de solutions furent proposées pour remédier à cette situation déplorable. Les auteurs des nombreux projets mis en avant peuvent se classer en trois catégories :

1° Ceux qui, désespérant de trouver une bonne eau en quantité suffisante dans le sous-sol même, proposent de l'amener de fort loin, de la vallée du Bocq par exemple; 2° ceux qui proposent de purifier et de stériliser l'eau de surface drainée par les canaux; 3° ceux qui, enfin, ont encore l'espoir de trouver le liquide tant désiré dans le sous-sol du littoral même.

M. René d'Andricourt, estimant que ces derniers n'ont pas examiné le problème sur toutes ses faces, étudie de nouveau la question dans la *Revue universelle des Mines*, de mai 1903. Il examine successivement les conditions hydrologiques générales de cette région, la quantité d'eau disponible, la qualité de l'eau des dunes et les moyens de captation.

D'après lui, la quantité d'eau s'infiltrant au travers de tous les affleurements perméables d'une bande littorale de 15 kilom. de largeur environ, est très considérable; il est probable que la presque totalité de cette eau s'écoule vers la mer en passant par les dunes. Se basant sur des considérations et des exemples qu'il développe dans son travail, l'auteur pense que la circulation de l'eau dans les sables et les limons des terrains supérieurs à l'argile yprésienne peut être suffisamment rapide pour renouveler l'eau que l'on viendrait à capter sous le sous-sol des dunes, eau qui serait parfaitement potable.

M. d'Andricourt termine son étude en souhaitant que certaines hypothèses qu'il a été amené à faire puissent être éclaircies par quelques sondages qui fourniraient des données précises sur la série des terrains modernes et quaternaires depuis la surface du sol jusqu'au niveau des argiles yprésiennes. Il serait utile également de comparer la quantité d'eau qui tombe sur la région considérée avec celle qui s'écoule vers la mer, par l'intermédiaire des canaux et de l'Yser, ainsi que de recueillir quelques renseignements sur la direction du mouvement de l'eau souterraine et sur sa teneur en sel.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

De la constitution des ciments hydrauliques. — M. Newberry a publié en 1897 un travail sur la constitution des ciments hydrauliques, dans lequel il donne les résultats d'expériences entreprises en vue d'établir une formule qui permette de calculer exactement *a priori* la composition des mélanges convenables pour la fabrication du ciment. Les conclusions les plus importantes de cette étude étaient les suivantes :

1° Le ciment Portland consiste essentiellement en un mélange de silicate tricalcique et d'aluminate bicalcique; sa composition peut être exprimée par la formule : $x(3CaO.SiO^2) + y(2CaO.Al^2O^3)$;

2° L'oxyde de fer contenu dans l'argile ne doit pas entrer en ligne de compte dans le calcul de la proportion de chaux nécessaire;

3° Les alcalis ne semblent jouer aucun rôle de nature à favoriser la combinaison des éléments du ciment;

4° La magnésie ne donne aucun produit hydraulique avec la silice, l'alumine ou l'argile; elle ne peut pas remplacer la chaux dans les mélanges, et la composition de ces derniers doit être calculée en ne tenant compte que de la chaux.

Ayant continué ces expériences, avec la collaboration de M. de Melville, et les ayant étendues à l'étude de l'action de l'eau sur le ciment, M. Smith consacre à leur examen un intéressant travail que publie le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, de mai 1903.

Le silicate tricalcique, constituant actif essentiel, d'après M. Le Chatelier, du ciment Portland, fut préparé sans difficulté par les expérimentateurs, par la calcination d'un mélange intime de carbonate de chaux et de silice finement divisée. Ils s'occupèrent ensuite du silicate bicalcique, de la formation des silicates de chaux, de la composition des roches de ciment Portland, de la limite supérieure de la proportion de chaux, de l'action de l'eau sur les silicates de chaux, de l'eau combinée dans les ciments durcis, de l'action complète de l'eau sur les silicates de chaux, de l'eau combinée et de l'action des solutions de sucre sur le silicate tricalcique hydraté.

Le ciment de Portland et les scories de hauts fourneaux. — M. Hermann Passow a présenté au Congrès de Chimie appliquée, de Berlin, une communication sur la nature du ciment de Portland, que reproduit le *Stahl und Eisen*, du 1er août.

Après avoir fait ressortir combien sont vives les discussions actuelles sur la nature de ce ciment et sur la valeur des mélanges qu'on peut en faire avec les scories de hauts fourneaux, discussions provoquées à la fois par l'intérêt technique et par les questions de concurrence commerciale, l'auteur examine la définition usuelle du Portland, et celle qu'en donnait l'inventeur anglais J. Aspdin, dans son brevet d'octobre 1824. Mais ce sont là des procédés de fabrication plutôt que des définitions scientifiques.

M. Passow étudie les nombreux échantillons qu'il présente au Congrès, et qui sont formés soit de ciment pur de diverses provenances, soit de mélanges de ciment avec des proportions variables de scorie basique finement granulée.

Il expose, dans plusieurs tableaux, les résultats d'essais mécaniques, à la traction et à la compression, opérés dans des conditions comparables, sur ces produits; il examine ensuite les différences de composition chimique, notamment comme richesse en calcaire, qu'ils présentent et fait ressortir les facilités d'étude que donne aujourd'hui la micrographie des cassures opérées sur les éprouvettes.

Il en conclut que ces ciments sont des produits complexes, dont la composition et la structure intime sont très variables et se modifient avec l'âge.

Dès lors, et malgré l'opinion contraire de l'Union des fabricants allemands de ciment Portland, le ciment Portland *métallurgique*, renfermant de la scorie basique, n'est nullement inférieur *a priori* au ciment ordinaire et peut parfaitement prendre le titre de ciment Portland, sans distinction spéciale.

MÉCANIQUE

Les moteurs américains pour embarcations. — Le *Cassier's Magazine*, d'août, passe en revue les différents types de moteurs modernes applicables aux bateaux de petite dimension : la machine à vapeur ordinaire convient mal à cause de son poids, de son encombrement, de la présence du charbon et des escarbilles, enfin de la chaleur rayonnée. Le premier progrès est marqué par l'emploi des combustibles liquides (1880). Le moteur à naphte, dans lequel le liquide est employé à la fois comme combustible et à l'intérieur de la chaudière, a permis de réaliser des ensembles simples et légers, se plaçant facilement à l'arrière du bateau, et exigeant peu de surveillance.

Le moteur dit « Alco-vapeur » imaginé par M. Ofeldt, est une machine à vapeur employant un mélange de vapeurs d'eau et d'alcool, et pouvant au besoin marcher à l'eau seule. La chaudière, superposée à la machine, est chauffée au pétrole lampant.

L'auteur termine par une étude élémentaire des divers moteurs à explosion, à deux et à quatre temps, et fait ressortir les avantages que présentent ces machines, sous la forme perfectionnée où les a amenées l'industrie automobile. La limite actuelle pour les machines à vapeur paraît être vers une longueur de bateau de 22 mètres; mais en raison des progrès journaliers du moteur à gaz, il est difficile de dire où sera la limite finale.

L'article se termine par quelques mots sur les embarcations électriques.

Digitized by Google

MÉTALLURGIE

Chargement des fours à sole par des machines à commande électrique. — M. SIMMERSBACH rappelle, dans le *Stahl und Eisen*, du 15 juillet, combien les machines à charger mécaniquement les fours à sole sont devenues aujourd'hui indispensables, et passe en revue les appareils de :

S. Wellmann, à Cleveland (Ohio) ;
L'Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, à Berlin ;
L'Union E. G., à Berlin ;
Scholten, à Duisbourg ;
Müller, à Kramatorskaya (Russie) ;
La Gutehoffnungshütte, à Oberhausen.

Dans la plupart de ces machines, chacun des mouvements est commandé par un moteur de force appropriée. Les poches de chargement peuvent contenir de 0t 5 jusqu'à 3 tonnes.

Ces appareils sont montés sur un chariot mobile, sur une voie ferrée, dans la halle des fours, ou, quelquefois, suspendus à un pont roulant dont les appuis sont au-dessus du sol, ce qui dégage l'atelier.

MINES

Sur la formation des dépôts minéraux. — Sous ce titre, M. Max BOEHMER publie dans l'*Engineering News*, du 11 juin, une critique des diverses opinions émises par le professeur Posepny, puis par Le Conte, Vogt, Kemp, Emmons, Van Hise, etc. Malgré les travaux de ces éminentes personnalités, et quoiqu'il soit de la plus haute importance pour l'Ingénieur de connaître l'origine des dépôts minéraux, le problème n'est pas résolu. L'auteur fait ressortir la coïncidence des gisements avec l'existence des roches éruptives, règle à laquelle on ne connaît qu'une seule exception, celle des gisements de la vallée du Mississipi, et encore n'est-il pas dit que, de même que dans le district de Borne (Montana), une plus sérieuse investigation ne fera pas découvrir l'existence de ces roches éruptives. Il montre ensuite comment, bien que les roches éruptives se continuent pendant des milles, les gisements se localisent dans certains terrains. Il en conclut que puisque les gisements sont toujours associés à ces roches, ils doivent tirer leur origine commune des eaux qui ont servi à la formation de celles-ci, ce qui doit être démontré par la circulation active des eaux souterraines.

On s'accorde à dire que, à mesure que la terre se refroidit, elle ajoute une plus grande quantité d'eaux à la mer souterraine, et que cela continuera jusqu'au refroidissement final. Il est impossible de déterminer les limites de cette mer souterraine, mais il faut admettre qu'elle atteint les régions du métamorphisme, car le changement de nature des roches sédimentaires ne peut se produire qu'en présence de l'eau. Il est reconnu que des roches, qui demandent une température de 1 700 degrés pour leur fusion ignée, se ramollissent et deviennent liquides vers 250 degrés en présence de l'eau sous pression. Il y aurait donc lieu d'admettre que lorsque, pour une cause quelconque, il se produit des fissures dans la croûte terrestre, ces fissures sont aussitôt remplies par les eaux de la mer souterraine, qui tiennent en dissolution les minéraux et que ce phénomène donne lieu à la formation des filons métallifères. Mais cette opinion tendrait à faire de la formation des gisements un accident purement local, et n'expliquerait pas suffisamment la relation étroite entre les gisements et les roches éruptives.

Le gaz naturel en Angleterre. — Dans le Sussex, on a déjà constaté des dégagements de gaz naturel, pendant des forages (1875 et 1895). En 1896, en creusant un puits près de la station d'Heathfield, il se produisit, à la profondeur de 95 mètres, un dégagement suffisant pour donner une flamme de 4 à 5 mètres. A la profondeur de 115 mètres, l'eau n'ayant pas été rencontrée en quantité suffisante, on résolut d'utiliser le dégagement de gaz, qui sert depuis 1898 à éclairer la gare d'Heathfield, à raison d'environ 28 mètres cubes par nuit. Le gaz se dégage sous une pression qui peut atteindre 9 kilogr.; il alimente également un moteur de 1 cheval et demi, avec une consommation de 425 litres par cheval indiqué.

Depuis cette époque, les géologues anglais et américains ont exploré la contrée, et reconnu que le sud de l'Angleterre offre de sérieuses ressources sous ce rapport. Le gaz anglais présente sur le gaz américain l'avantage d'avoir un pouvoir éclairant propre, analogue à celui du gaz de ville. Brûlé directement, il a un pouvoir éclairant qui est les $^{1}/_{8}$ de celui du gaz de Londres. Avec les manchons incandescents, il donne, à volume égal, 20 % plus de lumière. Sa composition est la suivante :

Méthane	93,4 %
Ethane	3,0
Azote	2.7
Acide carbonique	0.9

Le nouveau combustible va être appliqué à la fabrication du verre, la contrée étant riche en sable presque pur.

Le *Cassier's Magazine*, d'août, contient, à ce sujet, des renseignements assez détaillés.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Les réchauffeurs d'eau d'alimentation. — M. W.W. CHRISTIE décrit, dans le *Cassier's Magazine* d'août, les principaux appareils employés en Amérique pour le réchauffage de l'eau d'alimentation. Il divise ces appareils en trois groupes : *réchauffeurs fermés* ou indirects, dans lesquels l'eau est réchauffée par la vapeur d'échappement, les deux fluides circulant chacun dans une capacité distincte; *réchauffeurs ouverts* ou directs, dans lesquels l'eau à réchauffer est mise en contact avec la vapeur, et *économiseurs*, où le réchauffage s'effectue par les gaz de la cheminée.

Parmi les appareils du premier groupe, il décrit le réchauffeur Patterson-Berryman, formés de tubes en V renversé, traversés par l'eau, et montés dans une enveloppe parcourue par la vapeur ; le réchauffeur Wainwright, à tubes droits ; le réchauffeur Goubert, à déflecteur et à joint flexible, les réchauffeurs à serpentins, etc. La plupart de ces appareils ont des chambres pour recueillir les dépôts.

Comme exemples d'appareils du second groupe, il cite le réchauffeur Cochrane, formé d'une boîte en fonte contenant des cuvettes inclinées; le réchauffeur Webster, qui peut agir partiellement comme condenseur, le réchauffeur Hoppes, à cuvette flexible pour le décollement des dépôts, et le réchauffeur Stilwell, avec filtre.

L'article se termine par quelques indications sur les économiseurs.

SCIENCES

Les propriétés physiques des métaux, déterminées au point de vue de l'équation de Van der Waals. — Après avoir rappelé les formules de Gay Lussac et de Van der Waals, et fait remarquer que celle-ci, établie pour les gaz, avait été plus tard étendue aux liquides, M. TRAUBE, professeur à l'École technique supérieure de Charlottenbourg, indique, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 15 août, les calculs auxquels il s'est livré pour l'appliquer même aux corps à l'état solide. Il a étudié de préférence les métaux dont la constitution est mieux définie.

Il résume, dans plusieurs tableaux, les constantes numériques qui caractérisent un certain nombre de ces corps : coefficients de la formule de Van der Waals, modules d'élasticité, de compression, points absolus de fusion et d'ébullition, chaleurs atomiques de vaporisation.

DIVERS

Le nettoyage des ouvrages métalliques au jet de sable. — On a observé depuis quelque temps que l'efficacité de la peinture des ouvrages métalliques dépend largement de l'état de la surface sur laquelle elle est appliquée, et l'usage commence à se répandre, de nettoyer au préalable au jet de sable les ouvrages qu'il s'agit de protéger. Le *Feildens' Magazine*, d'août, décrit les méthodes et appareils employés à cet effet.

Dans l'appareil Tilghman, le sable, dont le débit est réglé par un registre, tombe sur le parcours d'un courant d'air comprimé, qui l'entraîne dans une lance.

L'appareil Paxson-Warren est disposé d'une façon analogue, le réglage s'effectuant par un obturateur à mouvement circulaire.

L'appareil Newhouse emploie un jet d'air dans l'orifice d'éjection, indépendamment du jet qui produit l'entraînement.

L'appareil à jet de sable sert à de nombreux usages : nettoyage des fontes brutes, des rails et éclisses, des pièces pour la soudure électrique, des pierres de taille. L'auteur signale aussi son usage pour le nettoyage avant peinture des poteaux métalliques, et des locomotives ou tenders.

Enfin, il donne des indications détaillées sur son application la plus importante, le nettoyage des ouvrages métalliques. Il cite notamment le nettoyage des tôles pour la cale du navire *Massachusetts*, des ancrages du pont de l'East River, et d'un certain nombre d'anciens ouvrages (viaducs de New-York, écluses du canal de Muxle Shoals, colonnes et poutres des bâtiments du chemin de fer de Chicago et Saint-Louis, viaducs de Columbus, etc.

L'auteur donne, d'une part, un tableau des prix de revient de ce dernier travail, d'autre part, une liste des principaux éléments de la marche des appareils (durée, dimension des lances, pression d'air, volumes d'air et de sable, puissance absorbée, surfaces nettoyées, etc.).

Rappelons à ce sujet qu'une étude détaillée sur les machines à jet de sable a déjà été publiée par le *Génie Civil* (1).

Ouvrages récemment parus.

Distribution de l'énergie par courants polyphasés, par J. RODET, Ingénieur des Arts et Manufactures (deuxième édition). — Un volume in-8° de 570 pages, avec 273 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1903. — Prix : broché, 15 francs.

La nouvelle édition, entièrement refondue, de l'important ouvrage de M. Rodet, offre une étude complète de la question des courants polyphasés, dans son état actuel.

Après avoir établi les principes généraux qui concernent les courants et les moteurs polyphasés, l'auteur étudie les génératrices polyphasées, leur utilisation, leur rendement, leur classification; la production d'un courant polyphasé au moyen d'un courant alternatif simple.

Les chapitres suivants sont consacrés à la canalisation (chute de tension, décalage, inductance et capacité des lignes); puis à la transformation et à la conversion des courants polyphasés (transformateurs, changeurs de fréquence; convertisseurs à enroulement double ou unique).

Enfin, M. Rodet s'étend particulièrement sur l'étude des moteurs, synchrones et asynchrones, et sur les types industriels actuellement répandus.

Les compteurs d'énergie; l'application des courants polyphasés à la traction; la description des principaux transports d'énergie par courants polyphasés, depuis celui de Lauffen-Francfort jusqu'aux installations américaines récentes, font l'objet de la dernière partie de ce traité.

Das Gesetz der Translation des Wassers in regelmässigen Kanälen, Flüssen und Röhren, par T. CHRISTEN. — Un volume in-8° de 170 pages. — Engelmann, éditeur, Leipzig, 1903.

L'auteur de ce Traité d'hydraulique retrace d'abord, dans une introduction, les points saillants de l'historique de cette science.

Il établit ensuite des formules générales pour l'écoulement de l'eau, et les compare aux résultats classiques de Dubuat, Darcy, etc.

L'application de ces théories au cas de canaux de profils divers, et la vérification expérimentale des coefficients de frottement et des vitesses d'écoulement, tant par les méthodes de l'auteur que par comparaison avec celle de Bazin, sont ensuite exposées avec beaucoup de détails et servent de base à M. Christen pour ses conclusions pratiques à l'usage de l'Ingénieur.

Un index bibliographique et des tableaux numériques complètent ce volume.

Sulla Ricerca di Norme che determinino la stabilita delle Costruzioni in calcestruzzo armato, par M. Mario BARONI. — Une brochure in-8° de 65 pages. — Tipografia degli Ingegneri, éditeur, Milan, 1903.

Dans cette brochure, M. Baroni recherche, par le calcul, les conditions de résistance des ouvrages en ciment armé. Ce travail a été présenté au X^e^ Congrès des Ingénieurs et Architectes italiens, à Cagliari.

---

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 18, p. 298.

Le Gérant : H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 19. N° 1108. Samedi 5 Septembre 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro : 1 franc.**

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Enseignement** : Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers. Section des métaux *(planche XIX)*; p. 289; P. Breuil. — **Études économiques** : Simplon et Faucille. Rôle économique d'une nouvelle ligne internationale *(suite et fin)*, p. 292; Louis Laffitte. — **Travaux publics** : Passerelle en béton armé sur le canal du Midi, à Toulouse, p. 297; Lt-Colonel G. Espitallier. — **Jurisprudence** : Les accidents survenus hors du temps et du lieu du travail, p. 300; Louis Rachou. — **Variétés** : Stérilisateur domestique, p. 300; — Soupape automatique, avec commande à distance, pour conduites de vapeur, p. 301; — Lampe de mineur à acétylène, p. 301.

Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (24 août 1903), p. 302. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 302; — Ouvrages récemment parus, p. 304. — Informations : Arrêté ministériel relatif aux brevets d'invention, p. 304; — Circulaire relative aux marques de fabrique, p. 304; — *Nécrologie* : M. H. Bunel, p. 304; — Varia, p. 304.

Planche XIX : Installation hydraulique du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers.

ENSEIGNEMENT

LABORATOIRE D'ESSAIS
du Conservatoire des Arts et Métiers.
Section des métaux.

(Planche XIX.)

Dispositions générales. — Le *Génie Civil* a déjà donné (1) la description générale du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers, et expliqué comment ce Laboratoire est divisé en cinq sections. Nous nous proposons de donner aujourd'hui, avec l'assentiment de M. Pérot, directeur du Laboratoire, des renseignements plus précis sur les machines et appareils de tous genres constituant l'outillage de la section des métaux dont nous avons la direction.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 11, p. 161.

Ceux qui ont eu l'occasion de voir les Laboratoires d'essais de Charlottenbourg ou de Zurich, créés par Martens et Tetmayer, ont pu constater que la section des métaux de ces Laboratoires est largement installée. A Charlottenbourg trois vastes salles abritent des machines d'essais imposantes : l'une est réservée à la grande machine de 500 tonnes de la construction Hoppe, de Berlin ; la deuxième salle contient une machine Werder de 100 tonnes, une machine verticale Pohlmeyer de 100 tonnes, une de 50 tonnes et une machine verticale Martens de 50 tonnes, etc. ; la troisième renferme les machines célèbres de Wöhler, des machines de torsion, etc. Cette installation était très belle; nous disons était, parce que, au commencement de l'année prochaine, ainsi que M. Martens nous l'a fait savoir, le Laboratoire de Charlottenbourg disparaîtra et sera remplacé par un nouveau laboratoire beaucoup plus important, situé à Gross-Lichterfelde, où l'on pourra trouver, par exemple, des machines d'essai de 2000 tonnes, pour l'expérimentation de parties de construction complètes.

Le Laboratoire de Zurich a été plus modestement installé que celui

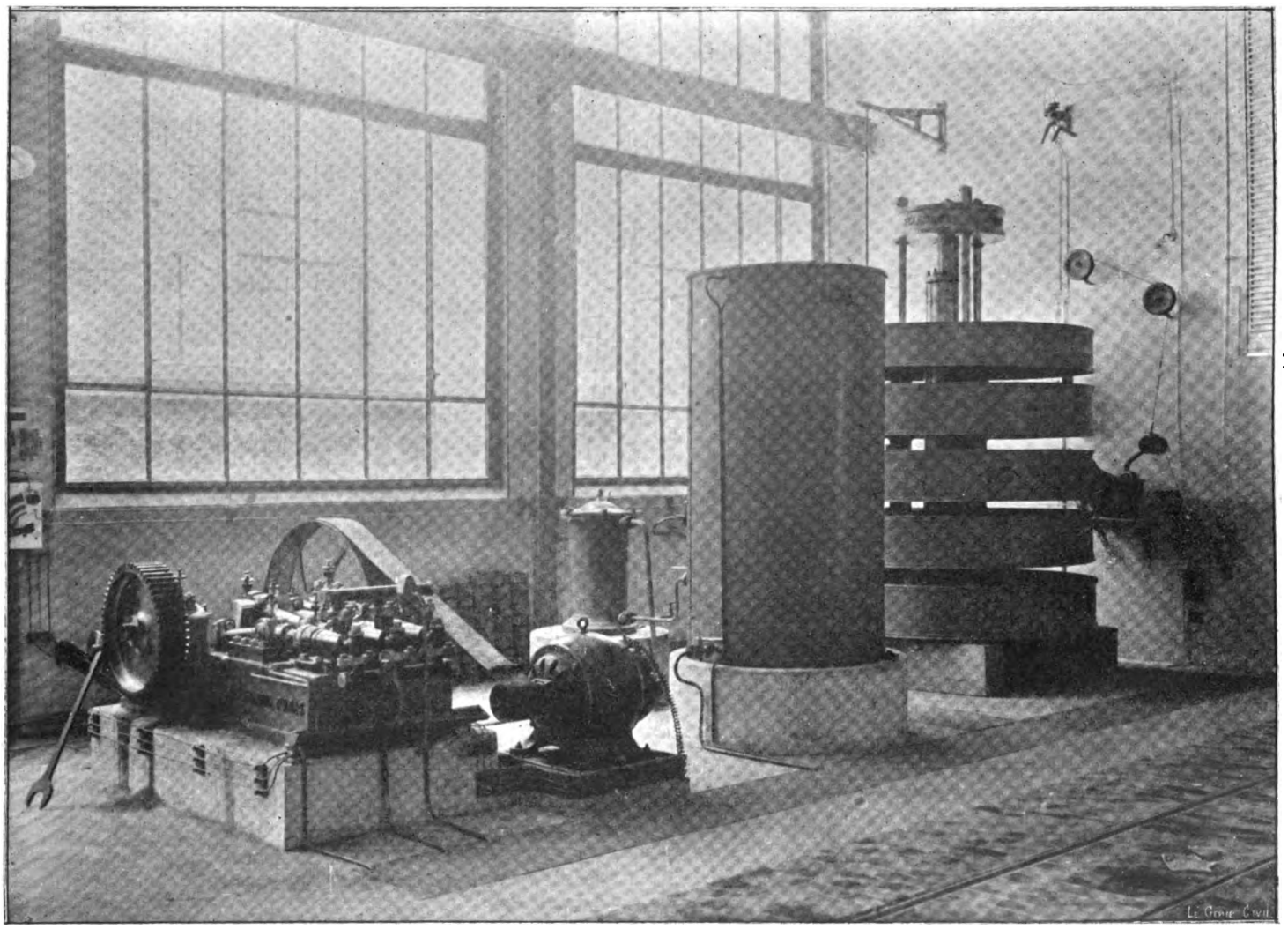


Fig. 1. — Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers : Vue d'ensemble de l'installation hydraulique.

Digitized by Google

de Charlottenbourg, mais il n'en est pas moins remarquable pour cela; il est dû à l'intelligente initiative de M. Tetmayer qui a trouvé en M. Schüle un digne successeur.

Dans une très belle salle sont réunies toutes les machines de la section des métaux : appareils hydrauliques, machines de Pohlmeyer, d'Amsler, grande machine universelle de 100 tonnes de Werder, etc.

Quand on se propose de rivaliser avec de telles installations et qu'on ne dispose que d'une année pour résoudre le problème, la tâche est lourde. Grâce aux conseils des constructeurs, à qui nous devons rendre tout d'abord hommage parce qu'ils ont été nos collaborateurs les plus actifs; grâce à la direction des hommes éminents qui siègent au Conseil d'administration et à la Commission technique du Laboratoire du Conservatoire, il a été possible, dans ce délai, d'installer le laboratoire des métaux parallèlement avec tous les autres, dont il a été précédemment question dans l'article du *Génie Civil* cité plus haut.

La section des métaux occupe à peu près la moitié du rez-de-chaussée du bâtiment principal du Laboratoire et possède un petit laboratoire au premier étage de ce bâtiment. La salle des fours, où elle doit opérer les traitements des métaux, est située dans le sous-sol du bâtiment Vaucanson.

Le rez-de-chaussée du bâtiment nouveau est à 2 mètres en dessous du niveau du sol et ce fut là une des premières difficultés de l'installation du Laboratoire, car il fallut songer immédiatement aux moyens de descendre les matériaux d'essais, souvent très lourds et très encombrants, qui nous sont envoyés (lourdes chaînes, colonnes, machines destinées à l'expérimentation). Pour cela, on a installé deux grues fixes pivotantes à treuil mobile et capables de soulever 5 tonnes; ces deux grues ont été construites par la maison Augé, de Paris. Leur portée variable est, au maximum, de $3^m 200$. L'une permet de manœuvrer les pièces et de les descendre dans la cour du Laboratoire; l'autre, située à l'entrée de la grande salle de la section des métaux et des machines, peut pénétrer dans cette salle à travers une baie qui a une hauteur de 6 mètres. Les pièces sont descendues sur le sol de la grande salle et peuvent être enlevées avec le pont roulant. La figure 2 représente la façade du bâtiment où sont placées ces grues.

Nous n'aurions pas parlé de ces deux grues, dont l'idée première revient à M. Desgeans, membre de la Commission technique du Laboratoire, si nous ne voyions pas en elles un véritable appareil destiné à des essais. Ces essais seront des essais d'appareils de levage (palans à corde ou à chaîne). On sait que l'usage tend à s'établir d'essayer les chaînes ou les cordes des palans, non seulement à la traction statique, mais encore sous une charge mobile double de la charge maximum que les palans ont à soulever. Il faut donc, de toute nécessité, pour les essayer de cette dernière manière, leur suspendre un poids et faire monter ou descendre ce poids. Or, les grues, dont il vient d'être question ci-dessus, fourniront un point de suspension très commode pour ce genre d'essais; il suffira, en effet, d'accrocher le palan à essayer à leur crochet.

Le poids de charge sera constitué par des galettes en fonte; on pourra de cette manière essayer des palans jusqu'à 5 000 kilogr. La grue offre un avantage marqué pour ces essais, c'est le suivant : au fur et à mesure qu'on tire sur le palan, le poids de charge s'élève au-dessus du sol; comme il n'est pas très prudent de le laisser s'élever à une grande hauteur à cause des ruptures éventuelles de la chaîne, il faut donc que l'on descende le crochet de la grue de la même quantité que celle dont la chaîne du palan a été raccourcie; de cette façon, le poids de charge peut rester toujours à la même position au-dessus du sol et être très près de celui-ci.

Disons en outre qu'il sera possible à la section des métaux de faire l'essai des palans jusqu'à 20 tonnes, au moyen d'une disposition future prévue.

Un pont roulant de 3 tonnes, construit par la maison Sautter et Harlé, dessert la grande salle du Laboratoire dont la section des métaux occupe la moitié; l'autre moitié étant occupée par la section des machines. Cette salle a 86 mètres de longueur et $8^m 25$ de largeur, c'est une des plus grandes salles d'essais qui existent au monde (1). Des voies avec rails à ornières sur longrines en bois permettent d'y accéder de toutes parts et nous pouvons ajouter que les plus grosses pièces pourront y être manœuvrées sans difficulté.

On a cherché, en opérant ainsi, à réaliser le mieux possible une des conditions qui, selon nous, doit faire le succès du Laboratoire, c'est-à-dire répondre aux besoins de l'industrie avant tout, en lui permettant de nous amener même et surtout ses plus grosses pièces.

Le pont roulant de 3 tonnes sera suffisant, croyons-nous, car toute pièce à essayer qui a un poids élevé (telle qu'une colonne, une chaîne, une poutre, etc.) a le plus souvent des dimensions suffisantes pour qu'on puisse en soulever une extrémité, le sol supportant l'autre, et c'est dans ce but aussi que nous avons fait paver en bois debout le sol de la salle, pour éviter de le détériorer par suite de la lourdeur des pièces, comme c'eût été le cas avec un sol cimenté.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 11, p. 161.

Les autres salles de la section des métaux sont en béton recouvert d'un enduit de ciment.

Le plafond de ces salles qui constitue le plancher de l'étage supérieur est en ciment armé du système Hennebique et a subi, avec plein succès, les essais ordinaires prescrits pour l'établissement des constructions de ce genre.

Installation hydraulique. — La section dispose, pour les essais variés auxquels elle doit procéder, de machines de traction et de compression dont la commande se fait au moyen d'eau sous pression. La grande machine universelle de 300 tonnes, qui sera montée l'année prochaine, possède, notamment, un cylindre hydraulique producteur de l'effort, qui contient 600 litres d'eau et doit recevoir cette eau à la pression de 125 kilogr. par centimètre carré pour développer l'effort total de 300 tonnes. La section possède une presse de 500 tonnes, actionnée par de l'eau à 500 kilogr. par centimètre carré; d'autres presses ou cylindres de traction doivent être alimentés par de l'eau sous pression, nous les décrirons plus loin. Il était donc nécessaire de pouvoir disposer d'une installation hydraulique qui satisfît à tous les besoins.

C'est avec le concours de la maison Clémang, de Paris, que nous sommes parvenus à installer complètement cette partie de notre section que la figure 1 représente.

L'installation hydraulique comprend :

Un filtre d'épuration de l'eau d'alimentation;
Une bâche à eau de 1 500 litres;
Une pompe à trois corps fournissant 1 500 litres d'eau à l'heure à la pression de 125 kilogrammes;
Un accumulateur à poids variables, muni de ses dispositifs de sûreté;
Toute la tuyauterie à haute et à basse pression;
Des distributeurs à quatre voies;
Des compresseurs, multiplicateurs de pression.

Filtre. — Le filtre nous a paru être un appareil indispensable de cette installation; il y a intérêt, en effet, pour la conservation des cuirs des machines, à n'y introduire que de l'eau propre; de même, il faut éviter pour les robinets à pointeau la circulation des petits gra-

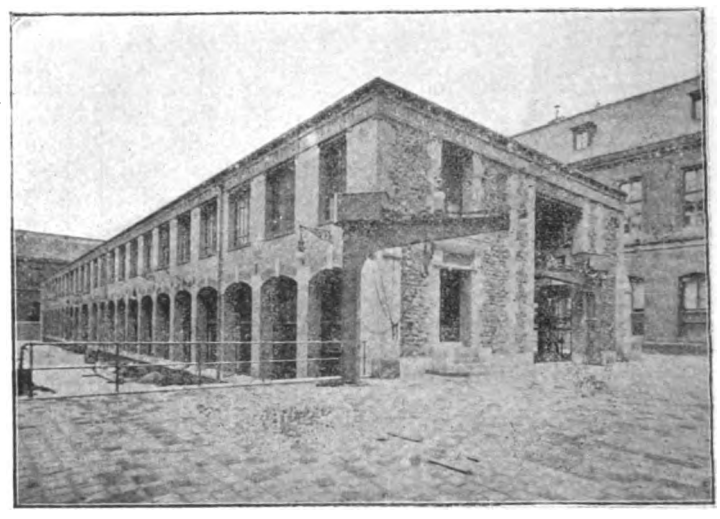


Fig. 2. — Vue d'ensemble de la cour du Laboratoire.

viers qu'une eau non filtrée amène toujours. Ces petits graviers s'incrustent dans le siège des robinets lorsqu'on ferme ceux-ci, et l'on n'obtient jamais l'étanchéité nécessaire à une installation qui demande de la précision.

En sortant du filtre, l'eau (de source) peut se rendre, grâce à un robinet à trois voies, soit dans la canalisation d'alimentation à basse pression, sans passer dans la bâche, soit directement dans cette bâche.

L'eau de cette bâche y est puisée par la pompe, qui la refoule dans l'accumulateur à mesure que l'eau de l'accumulateur est consommée dans les machines, puis elle retourne à la bâche par une canalisation spéciale. Cette organisation permet de nous servir toujours de la même eau, par économie. Il est possible également d'additionner cette eau de glycérine, afin de mieux conserver les cuirs des machines; enfin le grand volume de la bâche permet d'avoir toujours une réserve d'eau qui laisse envisager sans émoi un manque d'eau de source même d'assez longue durée.

Cette bâche est munie, il va sans dire, de robinets pour l'admission de l'eau et l'aspiration de la pompe, de tuyaux de trop-plein pour le retour, et la vidange, etc.

Pompe. — La pompe est horizontale (fig. 1 et 2, pl. XIX), elle a trois pistons, actionnés par un arbre vilebrequin avec manivelles calées à 120 degrés. L'arbre de couche fait 50 tours à la minute et est commandé par un train d'engrenages (dont l'un des pignons est en cuir

Digitized by Google

vert), au moyen d'un arbre portant un volant de 1m05 de diamètre.

La commande du volant est faite, au moyen d'une courroie, par un moteur électrique Jacquet, alimenté sous 440 volts et pouvant développer 10 chevaux d'une façon continue.

Les clapets d'aspiration et de refoulement, placés dans deux collecteurs séparés, sont parfaitement accessibles, et la pompe a donné toute satisfaction.

Accumulateur. — L'accumulateur a une capacité de 35 litres ; la course de son piston est de 2 mètres: il est muni d'un dispositif simple et sûr qui permet de fournir à volonté des pressions de 25, 50, 75, 100 et 125 kilogr. par centimètre carré. Ce dispositif a été imaginé par M. Macré, Ingénieur de la maison Clémang.

Pour cela, à la traverse supérieure *b* du piston (fig. 3, pl. XIX) sont fixées trois tiges *c*, dont la longueur est plus du double de la course du piston et qui traversent le pied en fonte du cylindre où elles sont guidées; elles pénètrent ensuite dans des fourreaux noyés dans le massif de maçonnerie supportant l'accumulateur. Sur ces tiges sont ménagées, à des hauteurs déterminées, des mortaises dans lesquelles on peut passer des clavettes *d*. Ces clavettes se trouvent ainsi trois par trois dans le même plan horizontal. Sur chaque groupe de clavettes reposent deux plaques de fonte *e*, pesant chacune 2 tonnes. On a le moyen, en retirant les clavettes qui supportent les plaques et en commençant par le bas, de produire les pressions variées indiquées ci-dessus.

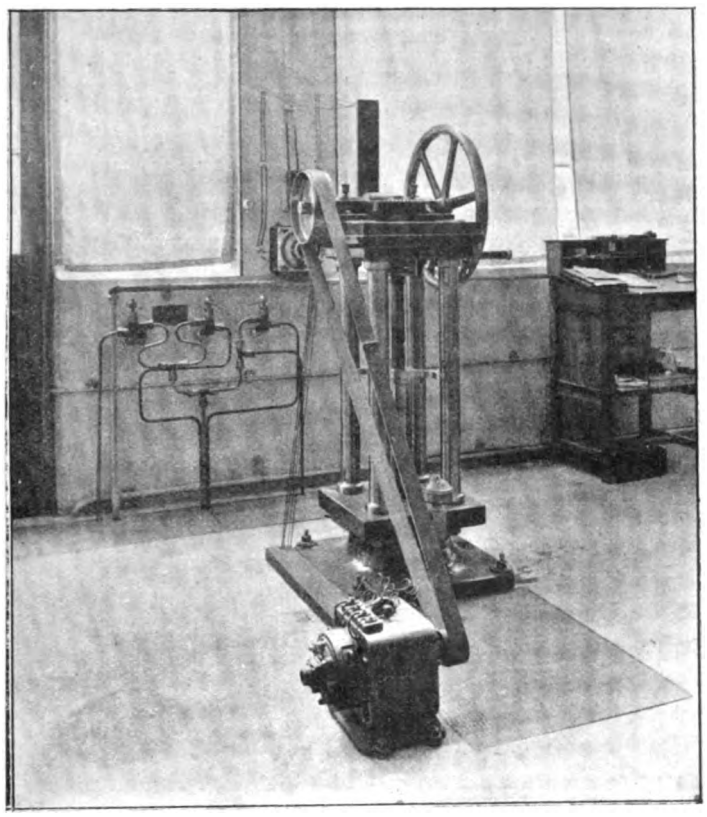


Fig. 3. — Compresseur hydraulique.

L'enlèvement ou la mise en place des clavettes est très facile : les mortaises sont assez grandes pour laisser passer les clavettes et pour que celles-ci ne soient pas coincées entre les tiges et les plaques; les plaques reposent l'une sur l'autre au moyen de boîtes en acier sur lesquelles sont placées des rondelles-ressorts Belleville. De cette manière, lors de l'élévation rapide du piston sous l'influence de l'eau sous pression arrivant de la pompe, les clavettes viennent successivement reprendre contact avec les plaques de charge, les rondelles amortissant le choc.

Nous avons choisi de préférence un accumulateur à poids plutôt qu'un accumulateur à eau ou à air, bien que ces derniers soient fort employés en Allemagne ; l'accumulateur à poids a sur ceux-ci, à notre avis, le grand avantage de donner une pression immuablement constante. En effet, les accumulateurs à eau sont constitués par deux cylindres placés sur le même axe, un grand et un petit ; un piston à deux têtes pénètre dans ces deux cylindres. Dans le grand cylindre on admet l'eau de la ville, dans le petit, l'eau sous pression fournie par une pompe ; cette eau est donc soumise à une pression égale à celle de l'eau à basse pression, multipliée par le rapport des surfaces des deux pistons.

Si l'on remplace l'eau de la ville par de l'air comprimé, on a affaire au deuxième genre d'accumulateur. Il est bien évident que pour l'accumulateur à eau, si la pression de l'eau de la ville vient à varier, (et on sait qu'elle varie, en été surtout), la haute pression varie aussi. Pour l'accumulateur à air comprimé, la chose est pire, car du fait même que le piston se déplace dans les cylindres à cause de la compressibilité de l'air, la pression varie. Il faut, en outre, se soucier de fournir constamment de l'air comprimé, de parer aux fuites ; enfin, un réservoir renfermant de l'air comprimé sous une pression de 20 kilogr. ou de 40 kilogr. n'est pas absolument sans danger.

Appareils de sûreté. — Un accumulateur hydraulique n'est d'un fonctionnement sûr qu'autant qu'il est muni de dispositifs permettant d'éviter certains accidents. Il est évident que si rien ne s'y opposait, sous l'effet de la pompe qui peut refouler l'eau constamment, le piston monterait dans le cylindre jusqu'à en sortir. Pour éviter cet inconvénient, l'accumulateur porte sur sa plaque supérieure une tige *f* (fig. 3, pl. XIX) qui vient agir, au moment voulu, sur un levier supérieur *g*, lequel actionne, par une tringle *h*, un levier inférieur *i* chargé d'un contrepoids. Lorsque l'accumulateur n'est pas trop haut, ce contrepoids applique une soupape de retenue sur son siège, mais cette soupape étant libérée, l'eau refoulée par la pompe n'entre plus dans l'accumulateur et est évacuée dans les caniveaux. L'accumulateur s'arrête donc dans son ascension, mais il ne redescend pas, car il existe sur son conduit un clapet de retenue qui se ferme dès que la soupape de sûreté est levée.

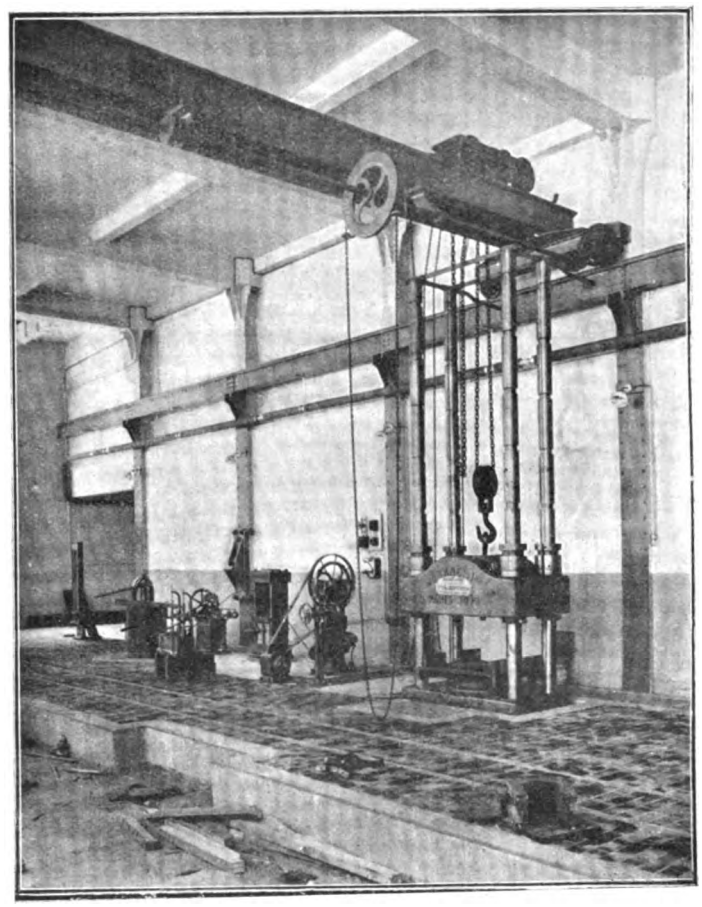


Fig. 4. — Vue d'ensemble des presses hydrauliques et des pompes.

Il y avait à craindre également qu'un tuyau de la canalisation à haute pression vint à se rompre. Pour éviter la descente trop rapide de l'accumulateur qui en fût résultée, celui-ci a été muni d'une tringle *j* (fig. 3, pl. XIX) qui vient, avant que l'accumulateur soit au bas de sa course, agir sur un levier chargé d'un poids; ce levier se lève et fait descendre une tige *a* qui étrangle progressivement un orifice *b* (fig. 7, pl. XIX) par où l'eau peut fuir.

Ces deux dispositifs de sûreté fonctionnent bien ; ils sont réunis dans une même pièce qui porte le clapet de retenue de l'accumulateur et les tubulures d'amenée et de départ de l'eau sous pression (fig. 4 à 7, pl. XIX). La figure 6 représente une coupe verticale de la boîte de sûreté, passant par la soupape de sûreté ; la figure 5, une coupe verticale de cette boîte suivant AB (fig. 4), c'est-à-dire passant par la soupape de sûreté, le clapet de retenue et la tige de ralentissement ; la figure 7, une coupe de cette tige de ralentissement; la figure 4, une vue en plan de la boîte de sûreté.

Distribution. — Nous avons muni notre accumulateur d'un dispositif qui oblige la pompe à fournir automatiquement de l'eau à l'accumulateur quand il est sur le point d'être vidé ou arrête cette pompe dès que l'accumulateur est plein. On aurait pu se contenter, comme dispositif de sûreté, de la soupape de sûreté précédente, sans crainte d'avaries, mais il faut bien remarquer que cette soupape, quand l'accumulateur est à sa position supérieure et s'est arrêté, n'empêche pas la

Digitized by Google

pompe de fonctionner et de consommer du travail, quoique marchant inutilement. Le dispositif d'embrayage et de débrayage automatique par l'accumulateur lui-même a été imaginé (comme les précédents) par M. Macré. La figure 11 (pl. XIX) représente schématiquement ce servo-moteur hydro-électrique.

L'accumulateur porte sur une plaque une tige *c* qui lève ou abaisse une fourchette *d*. Celle-ci est solidaire d'un robinet à trois voies *e* qui met en relation ou non l'accumulateur avec un petit cylindre *f* placé au-dessous de lui. Quand la fourchette est abaissée (position *b*), l'eau est évacuée du petit cylindre dans le caniveau par le tuyau *g*, et le piston de ce petit cylindre monte, sollicité qu'il est par le poids de la plaque *h* d'un rhéostat de démarrage monté en série avec le circuit de l'induit du moteur. Le rhéostat ferme donc le circuit et fait marcher le moteur, et, par suite, la pompe. Quand, au contraire, la fourchette est relevée (position *a*), dans le mouvement de montée de l'accumulateur, l'eau de celui-ci est admise sous la tête du piston du petit cylindre, ce piston vient soulever la plaque du rhéostat et le circuit du moteur de la pompe est rompu ; la pompe s'arrête. Ce petit appareil fonctionne très bien.

La tuyauterie à haute pression est constituée par des tubes en acier de 25 millimètres de diamètre intérieur sans soudure, réunis par des raccords en bronze.

La tuyauterie d'amenée d'eau à basse pression et celle de retour de l'eau des machines à la bâche sont constituées par des tubes en fer soudés à recouvrement, de 27 millimètres de diamètre intérieur.

On sait que le distributeur à pointeau est un organe délicat dans une distribution à haute pression; aussi nos machines d'essai ont-elles été groupées par deux, de façon à pouvoir être desservies par un seul et même distributeur. Ce genre de distributeur, étudié sur nos indications, est monté sur une colonnette en fonte située près des machines. Il comprend quatre robinets à pointeau placés dans un même corps en bronze; deux sont horizontaux, les deux autres sont verticaux. Les deux robinets horizontaux sont destinés à amener l'eau à l'une ou à l'autre des machines d'essais; l'un des robinets verticaux sert à amener ou fermer l'eau à haute pression, l'autre sert à évacuer l'eau des machines dans la conduite de retour. Un raccord est prévu dans la partie supérieure du distributeur pour le montage d'un manomètre destiné à la mesure de la pression.

Les figures 8 à 10 (pl. XIX) représentent des détails de ce distributeur. Pour éviter les fausses manœuvres, la commande des robinets horizontaux se fait avec des volants et celle des robinets verticaux avec des béquilles. Un de ces appareils a été installé dans la cour de notre Laboratoire pour l'essai des tuyaux et récipients de toute nature devant résister aux fortes pressions. A ce distributeur afflue, grâce à un jeu de robinets spéciaux, soit de l'eau à basse pression, soit de l'eau à haute pression : à 125 kilogr. ou à 500 kilogrammes.

Autres machines hydrauliques. — La section possède deux compresseurs à vis, l'un de 2 litres, l'autre de 6 litres, branchés parallèlement sur la canalisation à haute pression et actionnés tous deux par un petit moteur électrique spécial. Le premier permet de développer une pression de 500 kilogr. par centimètre carré ; le deuxième (fig. 3), une pression de 160 kilogr. : celui-ci est du système Desgoffes, il a été construit par les ateliers de l'artillerie de Puteaux. Avec ces appareils, il nous sera facile de faire avec précision l'essai de récipients quelconques, car avec eux la pression croît lentement, résultat qu'on obtient difficilement avec un robinet d'étranglement monté sur une conduite à haute pression.

Nous pourrons, au moyen de cette installation hydraulique, alimenter les machines d'essais, faire l'essai des récipients de toutes natures : tubes en fer, acier, cuivre, laiton, caoutchouc, etc.; nous pourrons tarer exactement des manomètres, indiquant des pressions pouvant atteindre jusqu'à 500 kilogr., et nous espérons, sous peu, disposer d'une installation permettant d'atteindre et de mesurer des pressions de 2 000 kilogr. par centimètre carré.

Nous ne citerons que pour mémoire trois pompes à débit variable dont le Laboratoire dispose encore pour les essais qui devraient être faits hors du Laboratoire.

Presses hydrauliques. — Les essais de compression des métaux ou matériaux de construction sont relativement fréquents et nécessitent des machines puissantes, car les efforts développés sont quelquefois considérables. La section des métaux possède deux presses hydrauliques capables de répondre aux exigences de l'industrie à ce point de vue.

Ces deux presses ont servi aux essais classiques de M. Tresca sur les phénomènes d'écoulement des métaux. La plus petite est de construction américaine, elle permet de développer des efforts atteignant jusqu'à 80 tonnes ; elle admet sur son plateau des pièces de 400 millimètres × 400 millimètres × 400 millimètres. Elle a quatre pistons de mêmes dimensions qui agissent simultanément sur le plateau mobile. Cette disposition, adoptée aujourd'hui dans les engins de cette nature lorsqu'ils ont à comprimer des pièces de grandes dimensions ou de dimensions irrégulières (presses à vulcaniser les courroies en caoutchouc), a l'avantage de rendre possible un centrage assez bon du plateau mobile par rapport au sommier supérieur fixe. Cette petite presse a aussi l'avantage d'être facilement démontable et elle permet, en changeant les barreaux formant le cadre et en les remplaçant par des barreaux de longueur différente, de modifier l'emplacement réservé aux éprouvettes.

L'autre presse est beaucoup plus intéressante, elle permet de développer des efforts de 500 tonnes; elle avait malheureusement, autrefois, peu de hauteur entre ses sommiers; cependant, telle qu'elle était, elle avait rendu et elle aurait pu rendre des services nombreux. Il y avait néanmoins lieu de prévoir un dispositif qui lui permît de comprimer de longues pièces, comme cela nous a été demandé plusieurs fois.

Pour utiliser la presse au mieux de nos intérêts, il n'y avait pas lieu de compter sur la course du piston qui n'était que de 400 millimètres et ne se prêtait pas aux variations de longueur des pièces. Nous avons alors rendu le sommier supérieur amovible et nous avons augmenté la longueur des colonnes.

Le sommier supérieur, soulevé par le pont roulant du Laboratoire, peut être élevé jusqu'à $2^m 50$ au-dessus du plateau du piston qui, lui-même, est à 308 millimètres au-dessus du sol.

Ce sommier coulisse sur les quatre colonnes verticales qui sont munies d'encoches circulaires situées à 42 centimètres l'une de l'autre. Des boîtes coniques intérieurement sont placées sur les quatre angles du sommier supérieur et montent avec lui le long des colonnes. Dans chaque boîte sont situées deux demi-bagues de même conicité que la boîte, de sorte que, lorsqu'une pièce est en essai, le sommier pousse sur ces quatre boîtes, qui, agissant sur les bagues coniques, les font appuyer sur les encoches et par suite transmettent la poussée aux quatre colonnes qui travaillent à la traction. Le sommier inférieur s'arc-boute sur les extrémités inférieures des colonnes au moyen de colliers robustes montés fixes sur des rainures circulaires.

Cette disposition est sûre, commode et peu coûteuse, et c'est pour cela que nous l'avons décrite; en effet, nous aurions pu produire le déplacement du sommier au moyen de vis avec engrenages, ou de pistons auxiliaires, mais en opérant ainsi nous n'aurions pas réalisé une disposition plus sûre, et elle eût été plus coûteuse.

Cette modification a été faite, d'après nos indications et à notre entière satisfaction, par la maison Vve Ch. Jaeggé et fils, de Paris.

La figure 4 représente le groupe des deux presses, avec le compresseur qui les alimente dès que la pression de 125 kilogr. par centimètre carré fournie par notre accumulateur cesse d'être suffisante. La grande presse de 500 tonnes est à droite ; les guides du plateau ont été démontés.

Un manomètre à mercure système Galy-Cazalat, c'est-à-dire à réduction de pression, est branché sur le distributeur à quatre pointeaux qui permet de desservir indifféremment l'une ou l'autre de ces presses.

P. BREUIL,
Chef de la section des métaux.

(A suivre.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

SIMPLON ET FAUCILLE

Rôle économique d'une nouvelle ligne internationale.

(Suite et fin [1].)

Nécessité de compléter notre outillage en créant un « Grand Central » ou « Route d'Amérique ». — Depuis l'ouverture du Gothard, une grande partie du transit italien et italo-belge a été détournée par le Gothard. Nos Compagnies se sont efforcées de combattre la concurrence par des remaniements d'horaires, d'itinéraires, de tarifs et par des améliorations techniques de toutes sortes.

Des tarifs communs de transit ont été spécialement créés pour conserver à notre réseau ferré le plus possible du trafic entre l'Angleterre et l'Italie, la Belgique et l'Italie, la Suisse et les pays d'outre-mer. Marseille a élevé de 128 335 tonnes en 1891 à 176 264 tonnes en 1902 (182 913 tonnes en 1901) ses importations de céréales en Suisse via Genève. Des réductions successives consenties par la Compagnie P.-L.-M. pour le transport des légumes, des fruits, des denrées, ont permis, en outre, à nos producteurs du midi de la France et de l'Algérie de lutter avec les agriculteurs italiens sur les marchés suisses et allemands. Le transport des denrées alimentaires par wagons complets, de l'Italie sur Londres, a été l'objet de mesures particulières; il se maintient entre 10 000 et 12 000 tonnes.

Le transport des voyageurs entre l'Angleterre et l'Italie a été notablement amélioré. Actuellement, malgré les efforts des Compagnies belges, le trajet le plus rapide, entre Londres et Milan par le Gothard, ne s'effectue pas, comme on le dit souvent, via Ostende et Bruxelles, mais via Boulogne et Laon. Le trajet Londres-Ostende-Bâle-Milan s'accomplit en 28 h. 10, le trajet Londres-Boulogne-Amiens-Laon-Chau-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 18, p. 275.

Digitized by Google

mont-Bâle-Milan en 23 h. 51. C'est une différence de 4 heures 19 minutes à l'avantage de la voie française. Le trajet le plus rapide entre Milan et Londres s'effectue via le Gothard, Laon et Calais en 24 h. 34. Le trajet de Londres à Milan via Boulogne et le Mont Cenis (26 h. 26) est encore inférieur de 1 heure 34 minutes au trajet via Ostende (1).

Le service de la Malle des Indes qui représentait, en 1901, une recette de 1 147 000 francs pour notre Administration des Postes, a été, de la sorte, conservé aux voies françaises (2).

En 1898, un nouveau train de luxe, le *Bombay-Express*, de Calais à Marseille, a été organisé. Il correspond avec les navires de la Compagnie Péninsulaire et Orientale qui font le service des Indes. Le mal n'a donc pas été aussi grand qu'on pouvait le craindre de prime abord. Notre transit a résisté aux attaques qui lui sont venues de tous côtés. De 309 164 tonnes en 1880, il est monté à 706 324 tonnes en 1901 (721 441 tonnes en 1900). La comparaison des entrées et des sorties effectuées, à un long intervalle, 1877-1901, par les principaux bureaux de douane, confirme ce fait.

Répartition du transit français (en tonnes de 1 000 kilogrammes).

A. — Principaux bureaux de la frontière de terre.

	Delle.	Pontarlier.	Bellegarde.	Modane.
	—	—	—	—
		Entrées.		
1877. . . .	483	1 288	8 106	28 016
1901. . . .	24 303	22 772	15 412	27 559
		Sorties.		
1877. . . .	3 933	3 337	49 835	14 541
1901. . . .	109 228	22 511	267 410	13 161 (3)

B. — Principaux bureaux de la frontière de mer.

	Dunkerque.	Boulogne.	Dieppe.	Le Havre.
	—	—	—	—
		Entrées.		
1877. . . .	4 508	5 243	2 303	4 991
1901. . . .	16 160	1 612	5 227	11 174
		Sorties.		
1877. . . .	2 287	6 600	2 311	6 395
1901. . . .	6 054 (4)	8 889 (5)	18 831 (6)	6 054 (7)

	Saint-Nazaire.	Bordeaux.	Cette.	Marseille.
	—	—	—	—
		Entrées.		
1877. . . .	375	4 320	5 222	37 702
1901. . . .	5 797	4 028	45 985	205 634
		Sorties.		
1877. . . .	541	5 352	2 878	9 256
1901. . . .	330 (8)	2 586	861 (9)	7 540 (10)

Les grands courants de transit français sont ceux qui relient, soit les stations-frontière de la Suisse et de l'Italie (Delle, Pontarlier, Bellegarde, Modane), aux ports de la mer du Nord, de la Manche ou de la Méditerranée, soit les stations de la frontière belge (Jeumont, Givet, Écouviez) (11) aux stations des frontières suisse et italienne. Ils assurent, avant tout, les échanges de l'Angleterre et de la Belgique avec la Suisse et l'Italie. Les courants du sud-est et du sud facilitent l'approvisionnement de la Suisse ou servent au commerce espagnol. La plupart ont leur issue maritime là où le rivage de l'Europe continentale se rapproche le plus de la Grande-Bretagne, et, à considérer le progrès des entrées à Dunkerque, à Dieppe, au Havre, celui des sorties à Calais (12), à Dieppe, à Boulogne, il apparaît bien que les places où ces courants aboutissent sont devenues d'actives gares internationales. Leur importance est croissante, étant donnée l'augmentation des exportations suisses et italiennes à destination de l'Angleterre. Malgré l'immense développement de son commerce maritime, l'Angleterre recourt à la voie ferrée pour envoyer en Italie des tissus, des fils et aussi des articles lourds : machines agricoles et diverses, aciers, etc., que les Compagnies de chemins de fer attirent sur leurs rails au moyen de concessions particulières.

Si le transit entre l'Angleterre et la Belgique, d'un côté, la Suisse et l'Italie, de l'autre, par la France, a reçu une organisation suffisante, par contre, il ne semble pas que les échanges entre la Suisse et l'Italie, d'une part, et les Amériques, d'autre part, trouvent en France des conditions aussi favorables.

Les ports français les plus rapprochés du Nouveau Monde contribuent à ce trafic dans une faible mesure. Les États-Unis ont vendu à la Suisse, en 1901, 183 600 tonnes de marchandises et lui ont acheté 10 539 tonnes (1). Or, ils nous ont expédié en transit, en 1901, 78 735 tonnes seulement et n'ont reçu par notre intermédiaire que 2 765 tonnes. L'Italie participe très peu à ces échanges ; la Suisse les alimente plus abondamment, mais la contribution de ces deux États, celle de la Suisse surtout, pourrait aisément s'accroître.

La part totale du continent américain dans le commerce de la Suisse comprend 266 452 tonnes aux importations, 22 103 tonnes aux exportations, en tout 288 555 tonnes. Notre transit total avec les Amériques, y compris les États-Unis, n'atteint que 44 919 tonnes aux importations, 5 149 tonnes aux exportations. A quoi nous sert donc d'avoir sur l'Atlantique, vis-à-vis des pays du Nouveau Monde les plus aisément accessibles au commerce européen, des ports comme Saint-Nazaire et Nantes, La Pallice-Rochelle, Pauillac et Bordeaux, et, reliant les deux premiers à l'Europe centrale, la Loire, ce long fleuve dont on disait encore, au début du siècle, qu'il « unit, pour ainsi dire, la Suisse à la mer (2) » ?

L'insuffisance de notre outillage commercial apparaît nettement. En dépit des efforts tentés pour réduire la concurrence étrangère et limiter l'action du Gothard, les ports belges, hollandais, allemands, nous frustrent des bénéfices d'un transit plus actif avec les Amériques et aussi avec l'Australie (3).

Pour profiter, dans une plus large mesure, des échanges entre l'Ancien et le Nouveau Monde, il manque à notre organisme économique un « Grand Central (4) » sur lequel viendrait se grouper le trafic transatlantique. En l'état actuel des choses, les éléments du courant d'Amérique, les produits du centre et du sud-est, ceux de la Suisse et de l'ouest, subissent l'attraction des ports français de la Manche ou des ports anglais et belges. Des combinaisons de tarifs les éloignent de la route de l'Océan, leur route naturelle (5).

Il n'y a pas en France de transit central. Nos ports de l'ouest sont séparés de leur zone d'influence par des barrières qui pour être artificielles n'en sont pas moins infranchissables. Les parcours d'ouest en est à travers le bassin de la Loire s'effectuent, pour les voyageurs comme pour les marchandises, dans des conditions qui découragent les échanges ou les déplacements (6). Trafic intérieur et transit sont aussi mal partagés l'un que l'autre (7). Aucun des principaux articles importés d'Amérique en Suisse : froment, maïs, coton, pétrole, bois

(1) D'après des données que nous devons à l'obligeance de la Compagnie des Chemins de fer du Nord :

A la fin de 1893, le rapide de Paris à Boulogne parcourait la distance de 254 kilom. qui sépare ces deux villes en 3 h. 29. Aujourd'hui les rapides de la Compagnie du Nord fournissent le même trajet en 2 h. 50, soit un bénéfice de 39 minutes. Chambre de Commerce de Boulogne-s/-Mer. Séance du 24 novembre 1902. Rapport de M. Farjon, président

(2) Cette recette serait beaucoup plus importante, si la menace de la concurrence d'Ostende, fréquemment agitée par le Post Office anglais, n'avait obligé les Compagnies du Nord, du P.-L.-M. et le Syndicat des Ceintures de Paris à réduire le prix de transport des lettres. Depuis 1898, ces Compagnies subissent une réduction de 24,80 % sur la taxe à laquelle elles avaient droit en vertu des conventions inscrites au cahier des charges.

(3) Modane. Entrées, en 1880 : 45 994 tonnes ; 1899 : 41 172. — Sorties, en 1881 : 37 210 tonnes ; 1899 : 16 289 tonnes.

Le trafic par Modane n'a pas seulement souffert de la concurrence du Gothard, mais encore de la rupture des relations commerciales de la France et de l'Italie (1888-1898).

(4) Dunkerque. Entrées, en 1898 : 31 180 tonnes. — Sorties, en 1888 : 12 896 tonnes.

(5) Boulogne. » » — 1897 : 12 184 —

(6) Dieppe. » » — 1900 : 24 006 —

(7) Le Havre. » » — 1900 : 12 896 —

(8) Saint Nazaire. Entrées, en 1900 : 13 453 tonnes.

(9) Cette. » » — 1899 : 67 570 —

(10) Marseille. » » — 1882 : 15 255 tonnes ; en 1891, 10 920 tonnes.

(11) Entrées, en 1901 : par Jeumont, 29 333 tonnes ; par Givet, 115 932 tonnes ; par Ecouviez, 100 545 tonnes.

(12) Sorties par Calais : 2 062 tonnes en 1877 ; 4 152 tonnes en 1901.

(1) Plus 509 864 montres ; en tout pour 87 931 000 fr. ; valeur des ventes : 61 310 000 fr.

(2) Chambre de Commerce de Nantes. *Observations sur l'établissement projeté d'un entrepôt réel pour les denrées coloniales à Paris*, 7 juillet 1814.

(3) De Hambourg à Bâle, les cotons arrivent à 10 francs de moins par tonne que du Havre à Épinal. (Chambre de Commerce de Nancy. Séance du 7 novembre 1902. Rapport de M. Papelier.)

Les Amériques envoient en Suisse, entre autres articles :

Pétrole, 54 000 tonnes ; bois, 7 253 tonnes ; coton, 23 237 tonnes ; laines, 4 797 tonnes, dont par notre intermédiaire :

Pétrole, 620 tonnes ; bois, quelques tonnes ; coton, 439 tonnes ; laines, 939 tonnes.

En 1901, Brême a livré à la Suisse 11 354 tonnes de coton.

La Suisse exporte en Amérique :

Chocolat, 3 841 t. ; fromages à pâte dure pour les États-Unis, 3 000 t.
par notre intermédiaire : — 1 832 t. ; — — néant.

(4) En 1853, la « Compagnie du Grand-Central » avait obtenu la concession d'une grande ligne allant directement de Lyon à Bordeaux. Ce réseau du « Grand Central » fut partagé, en 1857, entre les Compagnies Paris-Lyon et d'Orléans. (*Office des Transports*, 1er janvier 1903).

(5) Le commerce des principales villes du sud-est, du centre et de l'ouest avec les États-Unis s'élevait, en 1899, à 94 millions, soit 30 % environ de tous nos échanges avec ce pays (322 458 000 francs).

Part des principaux centres : Villes du sud-est, du centre et de l'ouest : Lyon, 44 millions ; Limoges, 8,3 ; Grenoble, 6,3 ; Saint-Étienne, 5,4 ; Dijon, 1 150 000 francs ; Angers, 362 000 ; Rennes, 85 000 ; Ports de l'Atlantique et villes du sud-ouest : Bordeaux, 18 950 000 francs ; Nantes, 1 061 000 ; Brest, 863 000 ; Lorient, 647 000 ; La Rochelle, 27 000. (*Moniteur officiel du Commerce*, 31 mai 1900.)

(6) Les marchandises mettent 14 jours pour aller de Poitiers à Marseille (775 kilom.) ; dès que le trafic a quelque intensité, en année de bonne récolte, ce délai est porté à 20 jours. Les trains de voyageurs accomplissent le trajet de Nantes à Lyon par Saincaize en 18 heures 55 ; le parcours le plus rapide entre ces deux points s'établit par Paris, 15 heures 18. On peut aller de Nantes à Marseille par Bordeaux en 22 heures, par Paris en 20 heures 48 ; le même trajet par Saincaize et Lyon exige au minimum 26 heures 20. Chambre de Commerce de Poitiers. Rapport de M. Victor Bessereau sur la Ligne Internationale du Jura (4 juin 1902).

(7) *Office des Transports*, 1er janvier 1903 : Relations transversales de Lyon avec les grands ports de l'Ouest.

Digitized by Google

pompe de fonctionner et de consommer du travail, quoique marchant inutilement. Le dispositif d'embrayage et de débrayage automatique par l'accumulateur lui-même a été imaginé (comme les précédents) par M. Macré. La figure 11 (pl. XIX) représente schématiquement ce servo-moteur hydro-électrique.

L'accumulateur porte sur une plaque une tige *c* qui lève ou abaisse une fourchette *d*. Celle-ci est solidaire d'un robinet à trois voies *e* qui met en relation ou non l'accumulateur avec un petit cylindre *f* placé au-dessous de lui. Quand la fourchette est abaissée (position *b*), l'eau est évacuée du petit cylindre dans le caniveau par le tuyau *g*, et le piston de ce petit cylindre monte, sollicité qu'il est par le poids de la plaque *h* d'un rhéostat de démarrage monté en série avec le circuit de l'induit du moteur. Le rhéostat ferme donc le circuit et fait marcher le moteur, et, par suite, la pompe. Quand, au contraire, la fourchette est relevée (position *a*), dans le mouvement de montée de l'accumulateur, l'eau de celui-ci est admise sous la tête du piston du petit cylindre, ce piston vient soulever la plaque du rhéostat et le circuit du moteur de la pompe est rompu ; la pompe s'arrête. Ce petit appareil fonctionne très bien.

La tuyauterie à haute pression est constituée par des tubes en acier de 25 millimètres de diamètre intérieur sans soudure, réunis par des raccords en bronze.

La tuyauterie d'amenée d'eau à basse pression et celle de retour de l'eau des machines à la bâche sont constituées par des tubes en fer soudés à recouvrement, de 27 millimètres de diamètre intérieur.

On sait que le distributeur à pointeau est un organe délicat dans une distribution à haute pression; aussi nos machines d'essai ont-elles été groupées par deux, de façon à pouvoir être desservies par un seul et même distributeur. Ce genre de distributeur, étudié sur nos indications, est monté sur une colonnette en fonte située près des machines. Il comprend quatre robinets à pointeau placés dans un même corps en bronze; deux sont horizontaux, les deux autres sont verticaux. Les deux robinets horizontaux sont destinés à amener l'eau à l'une ou à l'autre des machines d'essais; l'un des robinets verticaux sert à amener ou fermer l'eau à haute pression, l'autre sert à évacuer l'eau des machines dans la conduite de retour. Un raccord est prévu dans la partie supérieure du distributeur pour le montage d'un manomètre destiné à la mesure de la pression.

Les figures 8 à 10 (pl. XIX) représentent des détails de ce distributeur. Pour éviter les fausses manœuvres, la commande des robinets horizontaux se fait avec des volants et celle des robinets verticaux avec des béquilles. Un de ces appareils a été installé dans la cour de notre Laboratoire pour l'essai des tuyaux et récipients de toute nature devant résister aux fortes pressions. A ce distributeur afflue, grâce à un jeu de robinets spéciaux, soit de l'eau à basse pression, soit de l'eau à haute pression : à 125 kilogr. ou à 500 kilogrammes.

Autres machines hydrauliques. — La section possède deux compresseurs à vis, l'un de 2 litres, l'autre de 6 litres, branchés parallèlement sur la canalisation à haute pression et actionnés tous deux par un petit moteur électrique spécial. Le premier permet de développer une pression de 500 kilogr. par centimètre carré ; le deuxième (fig. 3), une pression de 160 kilogr. : celui-ci est du système Desgoffes, il a été construit par les ateliers de l'artillerie de Puteaux. Avec ces appareils, il nous sera facile de faire avec précision l'essai de récipients quelconques, car avec eux la pression croît lentement, résultat qu'on obtient difficilement avec un robinet d'étranglement monté sur une conduite à haute pression.

Nous pourrons, au moyen de cette installation hydraulique, alimenter les machines d'essais, faire l'essai des récipients de toutes natures : tubes en fer, acier, cuivre, laiton, caoutchouc, etc.; nous pourrons tarer exactement des manomètres, indiquant des pressions pouvant atteindre jusqu'à 500 kilogr., et nous espérons, sous peu, disposer d'une installation permettant d'atteindre et de mesurer des pressions de 2 000 kilogr. par centimètre carré.

Nous ne citerons que pour mémoire trois pompes à débit variable dont le Laboratoire dispose encore pour les essais qui devraient être faits hors du Laboratoire.

Presses hydrauliques. — Les essais de compression des métaux ou matériaux de construction sont relativement fréquents et nécessitent des machines puissantes, car les efforts développés sont quelquefois considérables. La section des métaux possède deux presses hydrauliques capables de répondre aux exigences de l'industrie à ce point de vue.

Ces deux presses ont servi aux essais classiques de M. Tresca sur les phénomènes d'écoulement des métaux. La plus petite est de construction américaine, elle permet de développer des efforts atteignant jusqu'à 80 tonnes ; elle admet sur son plateau des pièces de 400 millimètres × 400 millimètres × 400 millimètres. Elle a quatre pistons de mêmes dimensions qui agissent simultanément sur le plateau mobile. Cette disposition, adoptée aujourd'hui dans les engins de cette nature lorsqu'ils ont à comprimer des pièces de grandes dimensions ou de dimensions irrégulières (presses à vulcaniser les courroies en caoutchouc), a l'avantage de rendre possible un centrage assez bon du plateau mobile par rapport au sommier supérieur fixe. Cette petite presse a aussi l'avantage d'être facilement démontable et elle permet, en changeant les barreaux formant le cadre et en les remplaçant par des barreaux de longueur différente, de modifier l'emplacement réservé aux éprouvettes.

L'autre presse est beaucoup plus intéressante, elle permet de développer des efforts de 500 tonnes; elle avait malheureusement, autrefois, peu de hauteur entre ses sommiers; cependant, telle qu'elle était, elle avait rendu et elle aurait pu rendre des services nombreux. Il y avait néanmoins lieu de prévoir un dispositif qui lui permît de comprimer de longues pièces, comme cela nous a été demandé plusieurs fois.

Pour utiliser la presse au mieux de nos intérêts, il n'y avait pas lieu de compter sur la course du piston qui n'était que de 400 millimètres et ne se prêtait pas aux variations de longueur des pièces. Nous avons alors rendu le sommier supérieur amovible et nous avons augmenté la longueur des colonnes.

Le sommier supérieur, soulevé par le pont roulant du Laboratoire, peut être élevé jusqu'à $2^m 50$ au-dessus du plateau du piston qui, lui-même, est à 308 millimètres au-dessus du sol.

Ce sommier coulisse sur les quatre colonnes verticales qui sont munies d'encoches circulaires situées à 42 centimètres l'une de l'autre. Des boîtes coniques intérieurement sont placées sur les quatre angles du sommier supérieur et montent avec lui le long des colonnes. Dans chaque boîte sont situées deux demi-bagues de même conicité que la boîte, de sorte que, lorsqu'une pièce est en essai, le sommier pousse sur ces quatre boîtes, qui, agissant sur les bagues coniques, les font appuyer sur les encoches et par suite transmettent la poussée aux quatre colonnes qui travaillent à la traction. Le sommier inférieur s'arc-boute sur les extrémités inférieures des colonnes au moyen de colliers robustes montés fixes sur des rainures circulaires.

Cette disposition est sûre, commode et peu coûteuse, et c'est pour cela que nous l'avons décrite; en effet, nous aurions pu produire le déplacement du sommier au moyen de vis avec engrenages, ou de pistons auxiliaires, mais en opérant ainsi nous n'aurions pas réalisé une disposition plus sûre, et elle eût été plus coûteuse.

Cette modification a été faite, d'après nos indications et à notre entière satisfaction, par la maison Vve Ch. Jaeggé et fils, de Paris.

La figure 4 représente le groupe des deux presses, avec le compresseur qui les alimente dès que la pression de 125 kilogr. par centimètre carré fournie par notre accumulateur cesse d'être suffisante. La grande presse de 500 tonnes est à droite ; les guides du plateau ont été démontés.

Un manomètre à mercure système Galy-Cazalat, c'est-à-dire à réduction de pression, est branché sur le distributeur à quatre pointeaux qui permet de desservir indifféremment l'une ou l'autre de ces presses.

P. Breuil,
Chef de la section des métaux.

(A suivre.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

SIMPLON ET FAUCILLE

Rôle économique d'une nouvelle ligne internationale.

(Suite et fin [1].)

Nécessité de compléter notre outillage en créant un « Grand Central » ou « Route d'Amérique ». — Depuis l'ouverture du Gothard, une grande partie du transit italien et italo-belge a été détournée par le Gothard. Nos Compagnies se sont efforcées de combattre la concurrence par des remaniements d'horaires, d'itinéraires, de tarifs et par des améliorations techniques de toutes sortes.

Des tarifs communs de transit ont été spécialement créés pour conserver à notre réseau ferré le plus possible du trafic entre l'Angleterre et l'Italie, la Belgique et l'Italie, la Suisse et les pays d'outre-mer. Marseille a élevé de 128 335 tonnes en 1891 à 176 264 tonnes en 1902 (182 913 tonnes en 1901) ses importations de céréales en Suisse via Genève. Des réductions successives consenties par la Compagnie P.-L.-M. pour le transport des légumes, des fruits, des denrées, ont permis, en outre, à nos producteurs du midi de la France et de l'Algérie de lutter avec les agriculteurs italiens sur les marchés suisses et allemands. Le transport des denrées alimentaires par wagons complets, de l'Italie sur Londres, a été l'objet de mesures particulières; il se maintient entre 10 000 et 12 000 tonnes.

Le transport des voyageurs entre l'Angleterre et l'Italie a été notablement amélioré. Actuellement, malgré les efforts des Compagnies belges, le trajet le plus rapide, entre Londres et Milan par le Gothard, ne s'effectue pas, comme on le dit souvent, via Ostende et Bruxelles, mais via Boulogne et Laon. Le trajet Londres-Ostende-Bâle-Milan s'accomplit en 28 h. 10, le trajet Londres-Boulogne-Amiens-Laon-Chau-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 18, p. 275.

Digitized by Google

mont-Bâle-Milan en 23 h. 51. C'est une différence de 4 heures 19 minutes à l'avantage de la voie française. Le trajet le plus rapide entre Milan et Londres s'effectue via le Gothard, Laon et Calais en 24 h. 34. Le trajet de Londres à Milan via Boulogne et le Mont Cenis (26 h. 26) est encore inférieur de 1 heure 34 minutes au trajet via Ostende (1).

Le service de la Malle des Indes qui représentait, en 1901, une recette de 1 147 000 francs pour notre Administration des Postes, a été, de la sorte, conservé aux voies françaises (2).

En 1898, un nouveau train de luxe, le ***Bombay-Express***, de Calais à Marseille, a été organisé. Il correspond avec les navires de la Compagnie Péninsulaire et Orientale qui font le service des Indes. Le mal n'a donc pas été aussi grand qu'on pouvait le craindre de prime abord. Notre transit a résisté aux attaques qui lui sont venues de tous côtés. De 309 164 tonnes en 1880, il est monté à 706 324 tonnes en 1901 (724 441 tonnes en 1900). La comparaison des entrées et des sorties effectuées, à un long intervalle, 1877-1901, par les principaux bureaux de douane, confirme ce fait.

Répartition du transit français (en tonnes de 1 000 kilogrammes).

A. — PRINCIPAUX BUREAUX DE LA FRONTIÈRE DE TERRE.

	Delle.	Pontarlier.	Bellegarde.	Modane.
		Entrées.		
1877. . . .	483	1 288	8 106	28 016
1901. . . .	24 303	22 772	15 412	27 559
		Sorties.		
1877. . . .	3 933	3 337	49 835	14 541
1901. . . .	109 228	22 511	267 410	13 161 (3)

B. — PRINCIPAUX BUREAUX DE LA FRONTIÈRE DE MER.

	Dunkerque.	Boulogne.	Dieppe.	Le Havre.
		Entrées.		
1877. . . .	4 508	5 243	2 303	4 991
1901. . . .	16 160	1 612	5 227	11 174
		Sorties.		
1877. . . .	2 287	6 600	2 311	6 395
1901. . . .	6 054 (4)	8 889 (5)	18 831 (6)	6 054 (7)

	Saint-Nazaire.	Bordeaux.	Cette.	Marseille.
		Entrées.		
1877. . . .	375	4 320	5 222	37 702
1901. . . .	5 797	4 028	45 985	205 634
		Sorties.		
1877. . . .	541	5 352	2 878	9 256
1901. . . .	330 (8)	2 586	861 (9)	7 540 (10)

Les grands courants de transit français sont ceux qui relient, soit les stations-frontière de la Suisse et de l'Italie (Delle, Pontarlier, Bellegarde, Modane), aux ports de la mer du Nord, de la Manche ou de la Méditerranée, soit les stations de la frontière belge (Jeumont, Givet, Écouviez) (11) aux stations des frontières suisse et italienne. Ils assurent, avant tout, les échanges de l'Angleterre et de la Belgique avec la Suisse et l'Italie. Les courants du sud-est et du sud facilitent l'approvisionnement de la Suisse ou servent au commerce espagnol. La plupart ont leur issue maritime là où le rivage de l'Europe continentale se rapproche le plus de la Grande-Bretagne, et, à considérer le progrès des entrées à Dunkerque, à Dieppe, au Havre, celui des sorties à Calais (12), à Dieppe, à Boulogne, il apparaît bien que les places où ces courants aboutissent sont devenues d'actives gares internationales. Leur importance est croissante, étant donnée l'augmentation des exportations suisses et italiennes à destination de l'Angleterre. Malgré l'immense développement de son commerce maritime, l'Angleterre recourt à la voie ferrée pour envoyer en Italie des tissus, des fils et aussi des articles lourds : machines agricoles et diverses, aciers, etc., que les Compagnies de chemins de fer attirent sur leurs rails au moyen de concessions particulières.

Si le transit entre l'Angleterre et la Belgique, d'un côté, la Suisse et l'Italie, de l'autre, par la France, a reçu une organisation suffisante, par contre, il ne semble pas que les échanges entre la Suisse et l'Italie, d'une part, et les Amériques, d'autre part, trouvent en France des conditions aussi favorables.

Les ports français les plus rapprochés du Nouveau Monde contribuent à ce trafic dans une faible mesure. Les États-Unis ont vendu à la Suisse, en 1901, 183 600 tonnes de marchandises et lui ont acheté 10 539 tonnes (1). Or, ils nous ont expédié en transit, en 1901, 78 735 tonnes seulement et n'ont reçu par notre intermédiaire que 2 765 tonnes. L'Italie participe très peu à ces échanges ; la Suisse les alimente plus abondamment, mais la contribution de ces deux États, celle de la Suisse surtout, pourrait aisément s'accroître.

La part totale du continent américain dans le commerce de la Suisse comprend 266 452 tonnes aux importations, 22 103 tonnes aux exportations, en tout 288 555 tonnes. Notre transit total avec les Amériques, y compris les États-Unis, n'atteint que 44 919 tonnes aux importations, 5 149 tonnes aux exportations. A quoi nous sert donc d'avoir sur l'Atlantique, vis-à-vis des pays du Nouveau Monde les plus aisément accessibles au commerce européen, des ports comme Saint-Nazaire et Nantes, La Pallice-Rochelle, Pauillac et Bordeaux, et, reliant les deux premiers à l'Europe centrale, la Loire, ce long fleuve dont on disait encore, au début du siècle, qu'il « unit, pour ainsi dire, la Suisse à la mer (2) » ?

L'insuffisance de notre outillage commercial apparaît nettement. En dépit des efforts tentés pour réduire la concurrence étrangère et limiter l'action du Gothard, les ports belges, hollandais, allemands, nous frustrent des bénéfices d'un transit plus actif avec les Amériques et aussi avec l'Australie (3).

Pour profiter, dans une plus large mesure, des échanges entre l'Ancien et le Nouveau Monde, il manque à notre organisme économique un « Grand Central (4) » sur lequel viendrait se grouper le trafic transatlantique. En l'état actuel des choses, les éléments du courant d'Amérique, les produits du centre et du sud-est, ceux de la Suisse et de l'ouest, subissent l'attraction des ports français de la Manche ou des ports anglais et belges. Des combinaisons de tarifs les éloignent de la route de l'Océan, leur route naturelle (5).

Il n'y a pas en France de transit central. Nos ports de l'ouest sont séparés de leur zone d'influence par des barrières qui pour être artificielles n'en sont pas moins infranchissables. Les parcours d'ouest en est à travers le bassin de la Loire s'effectuent, pour les voyageurs comme pour les marchandises, dans des conditions qui découragent les échanges ou les déplacements (6). Trafic intérieur et transit sont aussi mal partagés l'un que l'autre (7). Aucun des principaux articles importés d'Amérique en Suisse : froment, maïs, coton, pétrole, bois

(1) D'après des données que nous devons à l'obligeance de la Compagnie des Chemins de fer du Nord :

A la fin de 1893, le rapide de Paris à Boulogne parcourait la distance de 254 kilom. qui sépare ces deux villes en 3 h. 29. Aujourd'hui les rapides de la Compagnie du Nord fournissent le même trajet en 2 h. 50, soit un bénéfice de 39 minutes. Chambre de Commerce de Boulogne-s/-Mer. Séance du 24 novembre 1902. Rapport de M. Farjon, président

(2) Cette recette serait beaucoup plus importante, si la menace de la concurrence d'Ostende, fréquemment agitée par le Post Office anglais, n'avait obligé les Compagnies du Nord, du P.-L.-M. et le Syndicat des Ceintures de Paris à réduire le prix de transport des lettres. Depuis 1898, ces Compagnies subissent une réduction de 24,80 % sur la taxe à laquelle elles avaient droit en vertu des conventions inscrites au cahier des charges.

(3) Modane. Entrées, en 1880 : 45 994 tonnes ; 1899 : 41 172. — Sorties, en 1881 : 37 210 tonnes ; 1899 : 16 289 tonnes.

Le trafic par Modane n'a pas seulement souffert de la concurrence du Gothard, mais encore de la rupture des relations commerciales de la France et de l'Italie (1888-1898).

(4) Dunkerque. Entrées, en 1898 : 31 180 tonnes. — Sorties, en 1888 : 12 896 tonnes.

(5) Boulogne. » » — 1897 : 12 184 —

(6) Dieppe. » » — 1900 : 25 006 —

(7) Le Havre. » » — 1900 : 12 896 —

(8) Saint Nazaire. Entrées, en 1900 : 13 453 tonnes.

(9) Cette. » » — 1899 : 67 570 —

(10) Marseille. » » — 1882 : 15 255 tonnes ; en 1891, 10 920 tonnes.

(11) Entrées, en 1901 : par Jeumont, 29 333 tonnes ; par Givet, 115 932 tonnes ; par Ecouviez, 100 545 tonnes.

(12) Sorties par Calais : 2 062 tonnes en 1877 ; 4 152 tonnes en 1901.

(1) Plus 509 864 montres ; en tout pour 87 931 000 fr. ; valeur des ventes : 61 310 000 fr.

(2) Chambre de Commerce de Nantes. *Observations sur l'établissement projeté d'un entrepôt réel pour les denrées coloniales à Paris*, 7 juillet 1814.

(3) De Hambourg à Bâle, les cotons arrivent à 10 francs de moins par tonne que du Havre à Épinal. (Chambre de Commerce de Nancy. Séance du 7 novembre 1902. Rapport de M. Papelier.)

Les Amériques envoient en Suisse, entre autres articles :

Pétrole, 54 900 tonnes ; bois, 7 253 tonnes ; coton, 23 237 tonnes ; laines, 4 797 tonnes, dont par notre intermédiaire :

Pétrole, 620 tonnes ; bois, quelques tonnes ; coton, 439 tonnes ; laines, 939 tonnes.

En 1901, Brême a livré à la Suisse 11 351 tonnes de coton.

La Suisse exporte en Amérique :

Chocolat, 3 841 t. ; fromages à pâte dure pour les États-Unis, 3 000 t. par notre intermédiaire : — 1 832 t. ; — — néant.

(4) En 1853, la « Compagnie du Grand-Central » avait obtenu la concession d'une grande ligne allant directement de Lyon à Bordeaux. Ce réseau du « Grand Central » fut partagé, en 1857, entre les Compagnies Paris-Lyon et d'Orléans. (*Office des Transports*, 1er janvier 1903).

(5) Le commerce des principales villes du sud-est, du centre et de l'ouest avec les États-Unis s'élevait, en 1899, à 94 millions, soit 30 % environ de tous nos échanges avec ce pays (322 458 000 francs).

Part des principaux centres : Villes du sud-est, du centre et de l'ouest : Lyon, 44 millions ; Limoges, 8,3 ; Grenoble, 6,3 ; Saint-Étienne, 5,4 ; Dijon, 1 150 000 francs ; Angers, 362 000 ; Rennes, 85 000 ; Ports de l'Atlantique et villes du sud-ouest : Bordeaux, 18 950 000 francs ; Nantes, 1 061 000 ; Brest, 863 000 ; Lorient, 647 000 ; La Rochelle, 27 000. (*Moniteur officiel du Commerce*, 31 mai 1900.)

(6) Les marchandises mettent 14 jours pour aller de Poitiers à Marseille (775 kilom.) ; dès que le trafic a quelque intensité, en année de bonne récolte, ce délai est porté à 20 jours. Les trains de voyageurs accomplissent le trajet de Nantes à Lyon par Saincaize en 18 heures 45 ; le parcours le plus rapide entre ces deux points s'établit par Paris, 15 heures 18. On peut aller de Nantes à Marseille par Bordeaux en 22 heures, par Paris en 20 heures 48 ; le même trajet par Saincaize et Lyon exige au minimum 26 heures 20. Chambre de Commerce de Poitiers. Rapport de M. Victor Bessereau sur la Ligne Internationale du Jura (4 juin 1902).

(7) *Office des Transports*, 1er janvier 1903 : Relations transversales de Lyon avec les grands ports de l'Ouest.

Digitized by Google

d'ébénisterie, laines, ne bénéficie de tarif spécial réduit pour les trajets des ports de l'Océan aux gares de la frontière franco-suisse (1).

Le mauvais état de la Loire a contribué à l'abandon de la route centrale (2). Depuis que le fleuve est impraticable, les transports les plus économiques entre les ports de l'ouest et certaines régions du centre et du sud-est s'effectuent par la voie maritime, la Seine et les canaux du centre, ou par le Rhône et la voie de Gibraltar.

L'organisation rationnelle et complète de la ligne internationale du Simplon permettrait de remédier à tant d'anomalies. Nous voulons dire que la voie Lons-le-Saunier-Genève pourrait amorcer ce courant d'Amérique à la formation duquel concourent les meilleures conditions géographiques et les circonstances économiques les plus favorables.

La ligne internationale du Simplon doit amorcer, par l'intermédiaire de la voie Lons-le-Saunier-Genève, un « Grand Central » français. — C'est entre New-York et Saint-Nazaire que s'établit, en effet, le trajet le plus court des Amériques aux ports français (3). C'est entre La Rochelle et Genève que notre territoire présente sa moindre largeur. Par Genève, la Suisse semble venir au devant de l'Atlantique; elle pénètre comme un coin en pays français. Genève est sous le méridien de Nancy et de Gap; Bâle est sous celui de Coblentz et de Nice.

Le dessin que forment, entre la mer et notre frontière orientale, les réseaux de voies ferrées et navigables met encore en évidence la supériorité du tracé Lons-le-Saunier-Genève sur toutes les autres voies d'accès (4). De Lons-le-Saunier rayonnent des voies ferrées conduisant: par Dijon, au Havre, à Dieppe, à Boulogne, à Calais, à Dunkerque; par Chagny, Nevers et Tours, à Nantes et à Saint-Nazaire; par Chagny, Nevers et Moulins, à La Rochelle-Pallice ou à Bordeaux.

Ce n'est pas tout. De nombreuses voies navigables convergeant vers la région limitée par Chalon-sur-Saône, Chagny, Saint-Jean-de-Losne, Dijon, Gray, Lons-le-Saunier sont autant de traits vigoureux dans cette épaisse ramure étalée de la Garonne à la Seine et dont la ligne de la Faucille marque le tronc. De toutes les régions françaises, il n'en est pas qui résume l'activité de notre commerce fluvial, aussi complètement que la zone ainsi déterminée, région favorisée où se soudent les voies de jonction de quatre bassins hydrographiques: canal de Bourgogne, canal de l'Est, canal du Rhône au Rhin, canal du Centre. L'achèvement du canal de la Marne à la Saône, de la voie ferrée de Lons-le-Saunier à Saint-Jean-de-Losne va compléter ce système où la circulation est singulièrement active et dont l'importance s'accroît de celle des routes navigables auxquelles il se rattache : canaux du Nivernais, latéral à la Loire, du Berry, de Briare (5). Nul pays n'est plus propre aux échanges. La collaboration des deux modes de transport s'accomplit dans plusieurs places de transbordement: Gray, Dijon, Chalon-sur-Saône, Chagny, gares actives et en même temps grands ports fluviaux. C'est là que le trafic des produits encombrants s'allège au contact de la voie navigable, afin de prolonger son parcours et que le chemin de fer reçoit de la batellerie des marchandises dont il serait toujours privé, si son auxiliaire n'avait préalablement accru leur valeur en les déplaçant, à peu de frais, sur de grandes distances (6).

Chagny et Chalon-sur-Saône sont respectivement à 165 kilom. et à 148 kilom. de Genève, autant dire que ces deux places seraient avec Lyon, distant de 168 kilom., les ports fluviaux de la Suisse romande. Il serait, d'ailleurs, aisé de rapprocher Genève de la voie navigable si, comme on l'espère, les travaux projetés pour la ligne de la Faucille facilitent l'exécution du canal auquel on songe depuis longtemps, afin de relier Lons-le-Saunier à Louhans, c'est-à dire à la Seille et par là à la Saône. Lons-le-Saunier est donc le lieu le plus favorable à la bifurcation de la future ligne internationale vers l'Angleterre et la Belgique d'un côté, par Saint-Jean-de-Losne et Dijon vers l'Atlantique, de l'autre, par Chalon-sur-Saône et Chagny.

Les éléments de trafic. — L'abandon et la variété des ressources dont disposent les régions directement intéressées à l'entreprise permettent d'espérer qu'elle sera largement rémunérée. Créer la voie de la Faucille, c'est abréger de 133 kilom. la distance de Genève au chef-lieu du Jura; c'est ouvrir aux populations de ce département les produits d'industries qui recherchent la riche clientèle des touristes et des voyageurs (1). Nombre de centres importants, villes populeuses, foyers industriels ou nœuds de voies ferrées seraient rapprochés de la Suisse orientale (2). L'abrègement des distances faciliterait la vente des produits récoltés ou manufacturés dans une vaste région française, qui aspire à multiplier ses échanges avec nos marchés du sud-est. Les promoteurs d'un canal central de Briare à Dijon, à travers la Puisaye et le Morvan, ont su mettre en lumière l'intérêt d'une jonction de ces pays riches en produits forestiers et minéraux avec la Suisse (3). Les départements du Jura, de l'Ain, de la Côte d'Or, de la Nièvre, de l'Allier, de Saône-et-Loire, de la Loire, du Rhône, de la Haute-Savoie, pour ne citer que ceux sur lesquels la voie nouvelle exercera le plus directement son action, sont en état de participer activement à la vie économique de la Suisse romande ou de faciliter son évolution industrielle. Ils pourront lui fournir, à meilleur compte et en plus grande quantité, denrées alimentaires, céréales, vins, produits de l'élevage et des cultures maraîchères.

Grâce aux bassins houillers du Morvan, du Bourbonnais, de l'Auvergne, de la Loire, des industries variées se sont multipliées dans ces départements. Elles se sont concentrées au voisinage des puits d'extraction ou sur les rives des voies navigables. Le canal du Centre est une véritable rue d'usines. Tuileries, briqueteries, fabriques de plâtre, de ciment, de produits réfractaires et céramiques, scieries, ateliers de constructions mécaniques se pressent sur ses bords. Un chemin de fer de 10 kilom. relie le port de Bois-Bretoux, près de Montchanin, aux usines et aux houillères du Creusot. Les mines du Creusot, celles de Blanzy contribuent à l'approvisionnement de la Suisse. Des 194 000 tonnes de combustible apportées de France en Suisse en 1900, ces houillères avaient fourni 56 500 tonnes. La part du bassin de Saint-Étienne s'élevait la même année à 87 400 tonnes.

Comme le canal du Centre, le canal de Bourgogne, bien qu'il ait un rôle industriel moindre, dessert d'importantes exploitations. L'industrie métallurgique s'est fixée à Montbard. L'industrie des terres et pierres est représentée par de nombreuses carrières, fabriques de ciments, de chaux, de tuiles et briques. L'attraction des marchés suisses et italiens, déjà sensible dans ces régions, s'accroîtra en raison de la réduction des distances et du prix de transport. Il serait trop long d'énumérer tous les produits que le bassin de la Loire pourrait fournir à la Suisse orientale ou à l'Italie du Nord. Tous les arguments d'ordre économique dont s'est servie la Société *la Loire navigable* pour démontrer l'utilité d'une route d'eau de Nantes à Briare militent en faveur de la ligne de la Faucille, puisque celle-ci se relierait par la voie de Chagny et de Nevers à la Loire aménagée (4).

Par la Faucille, le courant commercial de la Loire atteindrait la Suisse méridionale. Il offrirait ainsi l'avantage de toucher en deux points le territoire de la Confédération, soit à Bâle par la ligne de Besançon, Pont-de-Roide, Porrentruy (5), soit à Genève, par la ligne de la Faucille, qui est aussi la ligne d'Italie. La frontière orientale de la Suisse serait enserrée par deux grandes voies qui, après avoir drainé une partie de l'Europe centrale et méridionale, se réuniraient vers Chagny, en un tronc commun pour atteindre l'Atlantique.

---

(1) A l'exportation, les tissus de laine, l'horlogerie, le lait concentré, les fromages, les machines, le chocolat, l'orfèvrerie, paient de 37 à 33 francs par tonne pour Dunkerque, de 34 à 31 francs pour le Havre, de 47 à 37 francs pour les ports de l'Océan. En raison des tarifs de faveur accordés à Dunkerque, seules peuvent sortir par les places de l'Ouest les marchandises destinées à l'Amérique du Sud. La Rochelle-Pallice, où font escale les steamers de la ligne anglaise de Liverpool à Valparaiso, exporte à destination du Chili quelques tonnes de marchandises. Saint-Nazaire a pu profiter d'offres avantageuses pour expédier en Suisse, en 1900 et en 1901, des charbons et des fers d'Angleterre.

Voir *La Rochelle-Pallice et le Simplon*, par Auguste Jamard. Extrait de *la Charente-Inférieure* des 9, 13, 16 mai 1903.

(2) Vers 1880, Nantes expédiait encore en Suisse, par voie ferrée, de grandes quantités de sucre (446 000 kilogr. en 1881 ; 242 500, en 1882).

(3) Le trajet de New-York à Saint-Nazaire offre, sur tout autre parcours ayant un port français pour terminus, une abréviation qui varie entre 55 milles marins (La Pallice) et 813 milles (Marseille).

(4) Dans le rapport préparatoire présenté à la Commission d'étude des voies d'accès au tunnel du Simplon, M. l'Ingénieur Jacquier reconnait qu' « une région importante comprenant près de la moitié de la France continentale » n'utilisera « en aucun cas » Pontarlier pour ses relations avec l'Italie par le Simplon. « Cette région a la forme d'un triangle à côtés convexes ayant son sommet à Bellegarde et dont les côtés passent respectivement au nord par Orléans et Saint-Malo, au sud, par Montauban et Bayonne ». On peut admettre que ce vaste territoire représente la zone d'influence de la ligne Lons-le-Saunier-Genève aussi bien que celle du tracé Saint-Amour-Bellegarde. Il suffit de déplacer le sommet du triangle et de le reporter à Lons-le-Saunier ou à Genève.

(5) Mouvement de la batellerie en 1900 :

Canal de Bourgogne . .	544 622 tonnes.	Canal du Nivernais. . .	320 801 tonnes.
— du Centre	1 238 887 —	— latéral à la Loire.	1 654 479 —
— du Rhône au Rhin	267 982 —	— de Briare	1 107 383 —
— de l'Est	814 858 —	— du Berry (3e br.).	513 585 —

Mouvement des ports : Dijon, 99 558 t., Chagny, 93 637 t., Chalon-sur-Saône, 185 328 t.

(6) A Chalon, des phosphates, des houilles, des rails, de la chaux provenant de Belgique, d'Allemagne, de Lorraine, du Berry sont chargés sur wagons à destination de Lons-le-Saunier, de Bourg, d'Annecy, de Lyon. A Chagny, la voie ferrée reçoit aussi des produits minéraux, des combustibles pour Gray, Louhans, Dôle. Le sablon de Fontainebleau y est transbordé pour la verrerie de Monthey en Suisse, comme il l'est, à Roanne, pour la région de Turin. Dans ces deux ports, la batellerie reçoit l'asphalte que l'on extrait dans le Val de Travers en Suisse ou à Pyrimont dans le département de l'Ain.

(1) La région de Saint-Claude serait traversée par la voie nouvelle. Les articles de bois tourné et de lapidairerie fabriqués à Saint-Claude sont répandus dans le monde entier : le pays livre au commerce pour 22 millions de francs de produits fabriqués. L'importation des matières premières représente 10 millions. C'est un mouvement total d'affaires de 32 millions. Saint-Claude voit sa population augmenter au fur et à mesure des progrès de l'industrie.

(2) Besançon se rapprocherait de Genève de 133 kilom., Saint-Jean-de-Losne de 123 kilom., Dijon, de 138, Paris et Calais de 117, Le Havre de 137, Chalon-sur-Saône, Chagny, Montchanin, Le Creusot, Nevers, Saincaize, Blanzy, Montceau-les-Mines, Saint-Nazaire de 95 kilomètres.

(3) Vœux du Syndicat forestier du Morvan, du 25 janvier 1902.

(4) Voir aussi l'*Enquête relative aux voies françaises au tunnel du Simplon*. Avis des Chambres de Commerce et des Conseils généraux. Paris 1902.

(5) Chambre de Commerce de Besançon. Extrait du procès-verbal de la séance du 11 mars 1902. Chemin de fer de Besançon à Bâle par Pont-de-Roide-Porrentruy : « ... Toutes les contrées du bassin du Rhône, Saint-Étienne, Lyon, l'Auvergne, la région jurassienne, etc. bénéficieraient de cette amélioration qui établirait, d'autre part, dans de bonnes conditions, *un grand central français* partant de Nantes, passant à Angers, Tours, Vierzon, Bourges, Nevers, Chagny, Dôle, Besançon, Pont-de-Roide et de là à Porrentruy, Bâle, avec ramifications et prolongements sur l'Allemagne du Sud, la Prusse et l'Autriche, par l'Arlberg... »

Digitized by Google

La Loire rendrait pour l'approvisionnement de la Suisse les mêmes services que le Rhin. L'utilisation de la voie navigable sur la majeure partie du trajet Nantes-Genève, de Nantes à Chalon-sur-Saône, par exemple, permettrait de réaliser une économie comparable à celle que donnerait l'utilisation du Rhône sur le parcours Marseille-Genève (1).

On doit aussi tenir compte de quelques autres projets inscrits au programme nouveau de travaux publics. Le canal du Nord (2) contribuera, avec le canal de la Marne à la Saône, à élargir en Suisse le marché des charbons français, et aussi celui des produits agricoles, métallurgiques et autres, que les pays situés au nord de la Seine fournissent en grande quantité.

Tout concourt donc à resserrer les liens économiques et géographiques qui unissent les régions traversées par la ligne du Simplon.

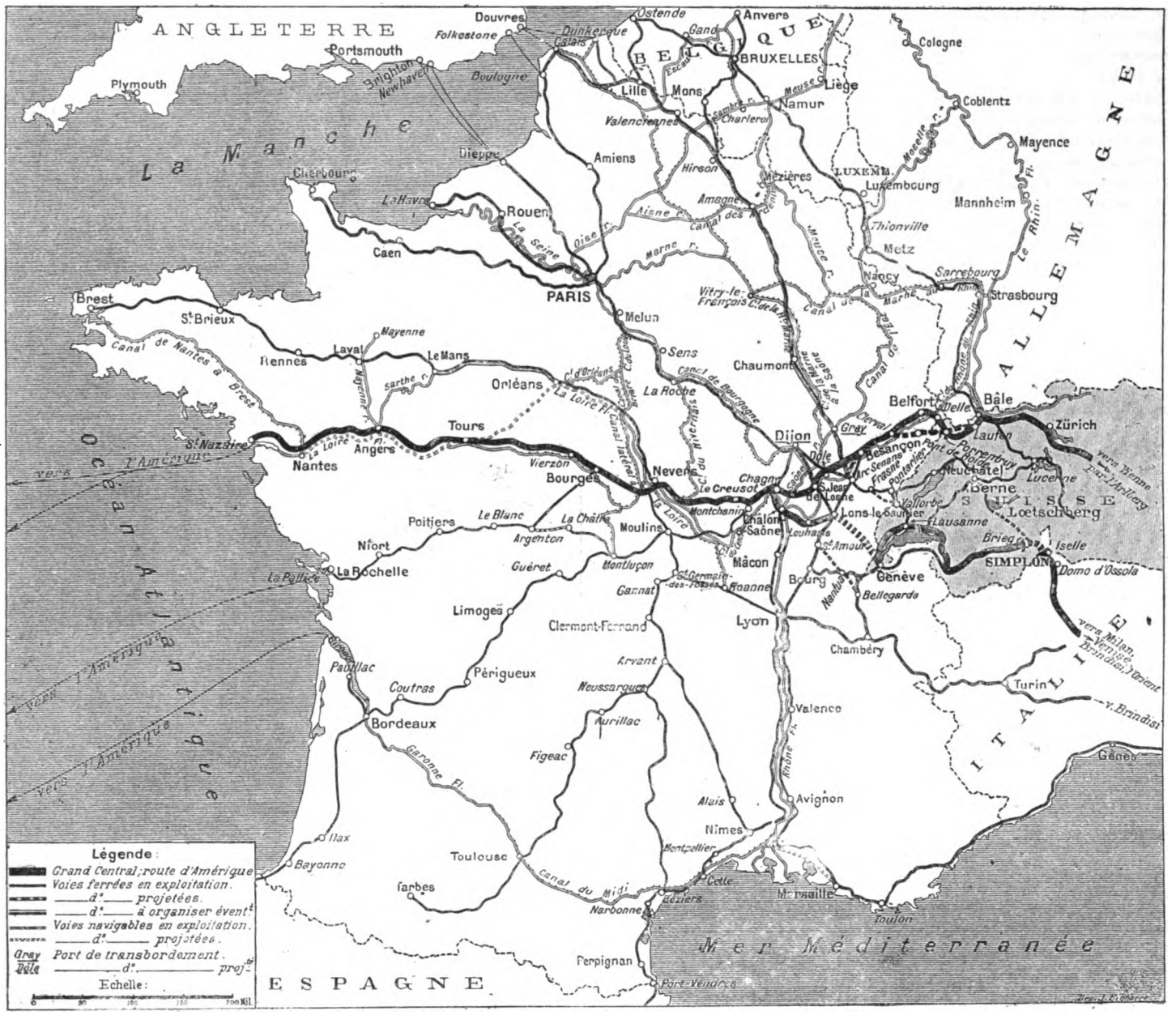


FIG. 1. — Grandes voies de communication entre la France, l'Angleterre, l'Amérique et l'Europe centrale.

M. Jacquier, parlant de la situation géographique de Genève, rappelle la « solidarité étroite » qui existe entre Genève et les régions françaises de son voisinage. « Cette ville, dit-il, joue par rapport à la zone franche et malgré la différence de nationalité le rôle d'une capitale géographique et économique ». En effet, c'est en grande partie pour son alimentation que la Haute-Savoie et le pays de Gex exportent en Suisse, la première pour 17 millions, le second pour 2 millions de produits agricoles.

Située à l'angle sud-ouest du territoire helvétique, Genève est la réplique géographique de Bâle, « cette porte d'or » de la Suisse au nord-ouest. Elle peut en être la réplique économique. C'est la troisième agglomération de Suisse pour l'importance de la population (133000 habitants en 1901). Son canton est le troisième pour celle des recettes des douanes (6 786 500 francs en 1901). Il compte 248 établissements industriels avec 8500 ouvriers et 27300 chevaux, dont 20900 hydrauliques.

La vie industrielle s'est répandue autour de la gracieuse cité, gagnant les faubourgs de Plainpalais et de Carouge; manufactures de chaussures, fabriques de produits chimiques, minoteries, briqueteries, tuileries du groupe genevois participent à l'activité industrielle de la Suisse romande. La fabrique de céramique de Colovrex, la savonnerie et la verrerie de Monthey, les fabriques de tresses de paille de Bulle dont la principale clientèle est à New-York, de nombreuses manufactures de chapeaux de paille ajouteraient leurs produits variés aux articles sortis des chocolateries ou des fabriques de lait condensé de la région de Lausanne (1).

Genève est déjà un actif centre d'échanges. La gare que la Compagnie P.-L.-M. y possède a enregistré en 1901 un mouvement total de 646 000 tonnes, dont 568 000 tonnes aux importations. Les commissionnaires de cette ville pratiquent avec succès le « groupage » des marchandises. Leur habileté à drainer le fret ne le cède en rien à

(1) Les distances par voie ferrée de Genève à Chalon et de Chalon à Nantes sont respectivement 68 kilom. et 741 kilom. La distance par eau de Nantes à Chalon est de 685 kilom. Si l'on adopte les taux moyens de 3 centimes la tonne kilométrique pour la voie ferrée et de 1 centime et demi pour la voie navigable, la comparaison entre les transports par chemin de fer et par voie mixte nous donne :

Par voie ferrée de Nantes à Genève 741×0 fr. $03 = 22$ fr. 23.

Par voie mixte { voie navigable de Nantes à Chalon 685×0 fr. $015 = 10$ fr. 275 ; voie ferrée de Chalon à Genève. . 68×0 fr. $03 = 2$ fr. 04 } 12 fr. 315

soit à l'avantage de la voie mixte, une économie de 22 fr. 23 — 12 fr. 315 = 9 fr. 915, équivalant à une réduction de parcours par fer de $\frac{9 \text{ fr. } 915}{0 \text{ fr. } 03} = 333^{\text{km}} 5$ ou du parcours total à $(741 - 330^{\text{km}} 5) = 410^{\text{km}} 5$. Genève serait de la sorte, plus près de Nantes que de Gênes.

(2) Le canal du Nord, en abrégeant de 42 kilom. la distance des houillères du bassin de Valenciennes à Paris et en abaissant le transport de 0 fr. 007 par tonne kilométrique (0 fr. 012 au lieu de 0 fr. 019), permettrait aux charbons du Pas-de-Calais, qui déjà arrivent à Lyon, de pénétrer plus avant vers l'est et le sud-est.

(1) Voir le *Rapport technique publié par ordre du Haut Conseil fédéral* à l'occasion de l'Exposition nationale Suisse tenue à Genève en 1896, Genève et Bâle, 1898. D'après des renseignements communiqués par l'Association pour le percement de la Faucille, l'exportation de la farine lactée et du lait condensé « Nestlé », de Vevey, atteint une valeur de 18 millions de francs.

Digitized by Google

celle des commissionnaires bâlois. Ils aideront à faire de Genève une nouvelle « porte d'or ».

Le percement de la Faucille, l'organisation d'une grande ligne internationale auront, sur les destinées de Genève et de Lausanne, l'heureuse influence que la voie du Gothard a exercée sur la condition de Bâle et de Lucerne. Et ce sera tout bénéfice pour notre commerce et pour notre influence. Nous comptons à Genève 34 000 compatriotes. Plus du quart de la population totale (25,7 °/₀) est française. Cette proportion serait plus élevée encore si l'on tenait compte des naturalisations. Par sa densité, ce groupement constitue l'une des plus puissantes colonies, la plus puissante peut-être que nous ayons en territoire étranger. Aussi rien de ce qui touche l'avenir économique des pays du Léman ne peut nous laisser indifférents.

L'Adriatique et l'Atlantique unis par une « voie latine ». — Mais la portée de la future ligne internationale dépasse, même envisagée au point de vue français, les frontières de la Suisse occidentale. Si le percement de la Faucille et l'achèvement de notre réseau navigable doivent étendre son action jusqu'à l'Atlantique, au sud des Alpes, des travaux sont préparés pour élargir le plus possible sa zone d'influence.

On remarquera la symétrie qui, à la voie de la Loire prolongée par les canaux du centre, oppose la route fluviale du Pô. Simplon et Faucille sont les deux passages conduisant de l'un à l'autre. Ils marquent deux relais sur la route transcontinentale de l'Atlantique à l'Adriatique. La nature n'a créé que les principaux tronçons de cette voie et même leurs aptitudes économiques ne suffisent pas aux exigences du commerce moderne; mais, en Italie comme en France, le problème de l'aménagement du réseau navigable va se résoudre par un sérieux effort.

Les voies ferrées d'accès au Simplon, pour lesquelles les Italiens ont accordé 70 millions de francs, seront doublées d'une ligne fluviale conduisant de Venise à la porte méridionale du nouveau tunnel par le Pô, le Tessin, le lac Majeur et la Tocce. Nos voisins ont senti l'urgence de ce travail (1). Sans lui, Venise ne saurait prétendre à ressaisir son ancienne prééminence ni à tirer tout le parti possible des sacrifices qu'elle va consentir pour l'aménagement de son port. La concurrence de Trieste et de Fiume, que les Austro-Hongrois veulent relier par des canaux au système danubien, l'oblige à étendre à l'ouest, au moyen de la batellerie, sa zone d'influence. La progression du tonnage de Venise réveille, dans ce port, l'esprit d'entreprise (2). Là aussi, le développement du commerce fluvial permettra de faire échec à la politique si partiale des Compagnies de chemins de fer. Cette politique a jusqu'ici empêché Venise de participer activement au trafic du Gothard. Aussi a-t-on accueilli avec faveur, dans l'Italie septentrionale, les projets relatifs à l'amélioration du Pô et de ses affluents (3).

Le soin avec lequel les Italiens poursuivent l'utilisation des forces motrices des Alpes les porte à s'intéresser davantage au sort de leur réseau navigable. L'aménagement du Tessin en amont de Pavie est commencé. Au cours de notre mission, nous avons visité les magnifiques installations hydro-électriques de Vizzola (4). Elles donnent une haute idée de ce que l'on peut attendre de l'initiative privée dans l'Italie du nord.

L'œuvre qui se poursuit au delà des Alpes est la contre-partie de celle qu'il nous faut réaliser. Bien mieux, elle en est le complément logique. Elle apparaît telle, en tout cas, si l'on observe que le Rhin pourrait être, quelque jour, le prolongement fluvial de la voie du Simplon (5).

Prolongée à l'est et à l'ouest par une route navigable, la ligne Faucille-Simplon serait un instrument tout puissant d'expansion économique. Il convient de rappeler ici l'existence de ces tarifs de transbordement, dont se sont servis les Allemands pour relier le Danube au Rhin. La jonction du Rhône et de la Loire au Pô ne serait pas moins aisée à établir. Elle serait profitable à notre commerce.

Si l'Italie emprunte notre territoire pour les exportations destinées à la Grande-Bretagne et, en certains cas, à l'Amérique, par contre, dans une mesure encore faible, il est vrai, nous recourons à son intermédiaire pour nos échanges avec l'Autriche-Hongrie. Nous avons relevé dans les statistiques italiennes des envois de sucre, de cognac de tissus de coton, d'huiles, de peaux ouvrées, de machines agricoles faits de France à destination de l'Autriche par l'Italie, et des expéditions de tapis, de peaux de chèvre, de machines, de légumes secs conflées par l'Autriche-Hongrie pour la France aux chemins de fer italiens. Il y a là une indication intéressante du trafic futur.

Notre commerce avec les pays qui ont jour sur l'Adriatique ne sera pas sans recourir aux voies méridionales qui accèdent au tunnel du Simplon. Nos ventes en Autriche-Hongrie (commerce général) n'atteignent que 25 millions de francs en 1901, mais nos achats dans ce pays s'élèvent à 98 430 000 francs, ou 316 517 tonnes. 70 0/0 (1) de ce tonnage consistent en douelles de chêne, bois de sciage, chevrons, etc.

Il y a donc pour la batellerie du Pô, de l'autre côté de l'Adriatique, en face de Venise, d'abondantes provisions de fret destiné à la France. Les régions à vignobles du bassin du Rhône, que desservira la ligne de la Faucille absorbent une bonne part des exportations de la Hongrie. La Roumanie contribue aussi à leur approvisionnement (2). Les bois roumains sont très appréciés des viticulteurs à raison de leur richesse en tannin. Ils sont expédiés en France par la route de l'Arlberg et arrivent à destination grevés de frais considérables (3). A supposer que la route fluviale du Pô ne puisse attirer les bois roumains, comme elle le ferait des bois hongrois, son action sur le courant commercial des Alpes Centrales serait néanmoins sensible. Elle profiterait à nos échanges. Nous avons intérêt à voir s'établir une concurrence à la voie de l'Arlberg, par laquelle nous avons reçu 58 073 tonnes et expédié 5 903 tonnes en 1901.

S'il est vrai comme le disait M. Luzzati, en 1882, que le chemin de fer de l'Arlberg a été « la revanche économique de l'Autriche sur l'Italie », revanche qui aurait « blessé mortellement » le transit italien (4), l'aménagement de la voie Venise-Simplon et la création de la ligne internationale Simplon-Faucille donneront à l'Italie le moyen de reconquérir la primauté, au grand avantage de nos propres relations avec la région des Balkans. Une route commerciale unissant l'Atlantique à l'Adriatique, à travers la Suisse romande, serait une « voie latine » bien faite pour concurrencer à tous égards, et dans tous les domaines, les voies transalpines de l'Europe centrale.

Conclusion. — Nous avons essayé de considérer la question de la ligne internationale du Simplon et des voies françaises d'accès au nouveau tunnel sous ses divers aspects. Le grand nombre de problèmes soulevés chemin faisant, est bien la preuve que cette question intéresse au premier chef notre avenir, puisque l'on touche, dès qu'on l'agite, les principaux ressorts de notre mécanisme économique. Il semble donc qu'un effort sérieux s'impose.

Le coût élevé de la dépense ne saurait être un obstacle infranchissable. Ce qu'il importe surtout, au milieu des compétitions étrangères, en face de la ténacité que l'on met à soutenir ailleurs des projets concurrents des nôtres, le projet de percement du Lœtschberg par exemple, c'est une action prompte, décisive, nous permettant d'utiliser les généreuses dispositions de nos voisins. Un organe manque à notre corps économique. Il doit aider à l'éclosion d'un trafic latent qui est, on le devine, considérable; il doit faciliter la multiplication de nos échanges internationaux. Créons-le.

Il nous faut développer notre commerce de transit. Il dépasse 700 000 tonnes et sa valeur réelle oscille autour de 700 millions de francs, mais le transit de la Belgique représente un milliard 400 millions, celui de la Hollande atteint 6 millions de tonnes environ, celui de l'Allemagne 2 500 000 tonnes. Le rôle de transporteur international est lucratif. Le transport des produits en provenance ou à destination de l'étranger comporte un double avantage: il vaut aux Compagnies de chemins de fer de belles recettes, qui aident à l'amortissement de leurs entreprises, et assure du fret aux ports de commerce. Soyons le plus possible des transporteurs internationaux. Ce sera le moyen le plus sûr d'avoir une marine marchande prospère, et de fortifier par une solidarité plus étroite les divers éléments de notre commerce extérieur.

On objecte le dommage que peut nous causer la ligne du Simplon; mais il semble bien, à tout considérer, que la somme des avantages l'emportera sur celle des inconvénients, si l'on sait agir en temps utile. L'ouverture du Simplon affectera une partie des transports qui se font actuellement par la voie de Modane et par la vallée du Rhône. Mais la Compagnie P.-L.-M. possédera, dans la voie de la Faucille, un instrument de concurrence qui lui permettra d'obtenir des Compagnies étrangères, lors de la conclusion de nouveaux traités de partage, une part plus forte du trafic anglo-italien (5). Indirectement,

(1) Une Commission pour l'étude de la navigation intérieure présidée par le député Romanin Jacur, vient de présenter au ministre des Travaux Publics un volumineux rapport démontrant la nécessité d'améliorer et de compléter le réseau navigable de l'Italie du Nord. Venise et Milan seraient reliées par un canal accessible à des chalands de 600 tonnes. Comme en France, un mouvement considérable d'opinion publique semble devoir hâter la solution de ces problèmes.

(2) Le tonnage des marchandises débarquées en gare maritime de Venise est passé de 332 405 tonnes, en 1893, à 1 404 734 en 1902, celui des marchandises embarquées de 25 670 tonnes à 61 042 tonnes en 1902, (79 810 tonnes en 1900.)

(3) Projets de MM. Ciceri et G.-B. Conti (Aménagement de la ligne fluviale Simplon-Pavie) et de M. Gallavresi, Canal navigable de Turin à Pavie, 132 kilom, créant une force hydro-électrique de 123 000 chevaux moyennant un dépense de 43 millions et demi. Voir sur ces projets le *Bulletin de la Chambre de commerce française* de Milan, septembre, octobre, novembre 1902, mars 1903.

(4) Sur le haut Tessin.

(5) M. l'Ingénieur Gelpke, dans une brochure récente : *Die Ausdehnung der Grossschiffahrt auf dem Rhein von Strasburg nach Basel*, envisage cette éventualité. M. l'Ingénieur Giovanni Rusca, étudie le même projet dans : *La Navigazione fluvio-lacuale nell' Europa Centrale ed un suo Obbiettivo principale* (Locarno, août 1902).

(1) Rapport de M. Riffaut, Consul général de France à Budapest, n° 114, 17 avril 1902.

(2) Ce pays nous a livré, en 1901, 27 622 tonnes de bois.

(3) La valeur d'un wagon de bois de Roumanie, qui était au départ de 670 francs, s'élève par les frais de transport et de douane à 1 604 francs quand le chargement parvient en gare de Chagny.

(4) E. Nola. *Le Chemin de fer du Simplon et les intérêts italiens*, p. 48.

(5) Pour le transport des denrées alimentaires expédiées d'Italie en Angleterre, la part des voies françaises est de 45 °/₀. Ce trafic s'est partagé, pour l'année 1899-1900, de la manière suivante : via Mont-Cenis 45 °/₀, 13 731 t 8; via Gothard ou Brenner 55 °/₀, dont par Anvers 12 368 tonnes, par Ostende 4 082 t 5. Mouvement total, 30 482 t 3.

Digitized by Google

les autres Compagnies françaises bénéficieront de la situation nouvelle. On a évalué à 1 732 kilom. la longueur des principales lignes soumises à l'influence de la Faucille (1). La Compagnie de l'Est, en particulier, gagnera à l'accroissement du tonnage attribué à la voie française.

Sans doute, une réduction de parcours se traduit, d'abord, pour une compagnie de chemin de fer, par une diminution des recettes, mais il est prouvé que l'abaissement des prix de transport accroît l'intensité des échanges. Il faut donc envisager résolument la nécessité de construire des voies nouvelles. Il arrive un moment où les besoins du commerce exigent autre chose que des abaissements de taxes ou des abrègements de parcours. Ce sont là procédés surtout bons à défendre les situations acquises, non pas à les améliorer une fois pour toutes. Malgré la concurrence du Gothard, le tonnage kilométrique de la ligne de Culoz à Modane a dépassé, en 1902, tous les résultats des années précédentes (56 129 149 tonnes kilométriques en 1902; 51 999 069 tonnes kilométriques en 1883), mais le mouvement de cette voie, par rapport au tonnage total du réseau, ne représente plus que 1,04 %, au lieu de 1,38 en 1880 et 1,35 en 1884 (2). En matière économique, rester stationnaire, c'est reculer.

En outre des nombreux avantages techniques qu'elle présente, la voie de la Faucille à la supériorité d'être une voie nouvelle; elle peut prétendre à créer un trafic nouveau. Elle sollicitera marchandises et voyageurs. Si le déplacement facile et rapide des marchandises peut favoriser le progrès de l'industrie, celui des voyageurs est une autre cause de prospérité. L'ouverture du Simplon dérivera sur le lac de Genève, les massifs du Mont Rose et du Mont Blanc, sur la Savoie et le Dauphiné, une partie des touristes qui vont actuellement dans la zone du Gothard. A l'imitation des Suisses, si habiles à exploiter les beautés naturelles de leur pays, nos hôteliers sauront attirer les étrangers des Deux Mondes (3).

Ce sera enfin le point de départ d'une série d'améliorations nouvelles. Le raccordement, dans Paris, des réseaux du Nord et de Lyon, l'organisation de la ligne de Calais à Gray, préconisée par la Chambre de Commerce de Gray, deviendront plus nécessaires.

Donc, le jour où la question des voies françaises d'accès au Simplon aura été résolue, conformément aux intérêts les plus généraux du pays, celle de la ligne internationale se résoudra dans le même sens (1).

Le trafic anglo-italien constitue un sérieux appoint au mouvement de nos ports de la mer du Nord et de la Manche. Abrégeons encore les distances entre lieux de production et centres de consommation. Les pays méditerranéens sont pris d'une activité nouvelle. L'essor industriel de l'Italie est une belle manifestation de vitalité latine. Approchons-nous des régions où nos capitaux sont abondants et bien établis (2). Que notre pays soit le lieu où se combinent les influences fécondes de nations en plein travail.

La répartition du trafic à travers notre territoire manque d'équilibre et d'harmonie; favorisons les centres jusqu'ici délaissés. Nos ports de l'ouest font preuve d'une admirable activité: Saint-Nazaire et Nantes, organes jumeaux d'une même fonction, tels Cuxhaven et Hambourg, Bremerhaven et Brême, le Havre et Rouen, achèvent de se moderniser et s'aménagent en vue d'un grand trafic. Les navires calant près de 8 mètres, pourront bientôt remonter jusqu'à Nantes. La Rochelle-Pallice et Bordeaux s'efforcent de se relier par des trajets rapides et économiques aux pays de la France orientale et de l'Europe du centre. La concurrence aux grands entrepôts anglais, belges, hollandais, allemands s'organise. L'ancienne voie de la Loire commence d'attirer le trafic en provenance ou à destination du Nouveau Monde. Facilitons le déplacement, vers le cœur de la France, de l'axe économique de l'Europe reporté, depuis trente ans, trop au Nord. Nous le rapprocherons ainsi des régions qui le sollicitent, celles au milieu desquelles se dessine une autre voie de l'avenir, la route de Panama.

En coopérant à la construction de la ligne de la Faucille, c'est-à-dire à l'organisation de la nouvelle ligne internationale du Simplon, nous compléterons notre outillage et nous accomplirons une œuvre d'une telle portée économique, politique et morale que nous serons amplement dédommagés des sacrifices qu'elle aura coûtés.

Louis LAFFITTE,
Chargé de missions,
Professeur à l'École Supérieure de Commerce de Nantes.

(1) *Association pour le percement de la Faucille:* deuxième rapport de la Commission technique, mars 1901, p. 5.

(2) D'après les données que nous devons à l'obligeance de la Compagnie P.-L.-M.

(3) Depuis l'ouverture du Gothard le nombre des hôtels a considérablement augmenté. De 1880 à 1899 il est passé de 1 002 à 1 896, celui des lits de 56 000 à 115 000. Le capital engagé dans l'industrie hôtelière dépasse 550 millions: les recettes annuelles brutes s'élèvent à 120 millions. Ces hôtels reçoivent annuellement 300 000 à 400 000 voyageurs qui, outre leurs frais de séjour, dépensent plus de 100 millions par an, en voyages, en excursions, guides, médecins, plaisirs, cadeaux.

Voir: *Moniteur officiel du Commerce* du 26 juin 1902, p. 550. Rapport de M. A. Dutrait, consul de France à Bâle et *Bericht über Handel und Industrie der Schweiz im Jahr 1900*, p. 209.

(1) A la suite de l'enquête ouverte par M. le Ministre du Commerce sur les voies françaises d'accès au Simplon, 42 Conseils généraux et 96 Chambres de Commerce se sont prononcés en faveur du tracé par la Faucille. Voir: *Enquête relative aux voies françaises au tunnel du Simplon.* Citée.

(2) Au cours de notre mission, nous avons recueilli l'évaluation de 84 millions pour les capitaux français engagés en Lombardie, de 93 millions pour ceux qui travaillent dans le Piémont. M. Neymarck évalue à un milliard 175 millions, en chiffres ronds, la somme des capitaux français engagés en Italie, y compris les emprunts d'État.

Voir les études suggestives publiées récemment dans la *Revue de Paris* et dans la *Renaissance latine*, par M. Charles LOISEAU, et les nombreux écrits et conférences de M. Gustave GOEGG, secrétaire général de l'Association pour le percement de la Faucille.

TRAVAUX PUBLICS

PASSERELLE EN BÉTON ARMÉ

sur le canal du Midi, à Toulouse.

La municipalité de la ville de Toulouse a récemment fait construire une passerelle pour piétons au-dessus du canal du Midi, à l'extrémité de l'Allée des Soupirs, sur 42 mètres de portée. C'est un ouvrage en béton armé, calculé pour une surcharge de 400 kilogr. par mètre carré.

Les soumissionnaires avaient été laissés libres de présenter des projets étudiés par eux, à leur charge de justifier les dispositifs proposés par des calculs complets et un mémoire explicite.

Sept concurrents ont présenté des projets. Le travail a été adjugé aux concessionnaires de la maison Hennebique. Il était spécifié au cahier des charges que la partie profonde des culées faisant partie du massif de quai serait exécutée par la Ville et livrée en temps utile au concessionnaire. Toutefois, par suite d'une entente ultérieure, celui-ci fut chargé d'effectuer lui-même ce travail préliminaire.

La superstructure constituant l'entreprise proprement dite, telle qu'elle était prévue à l'adjudication, devait être exécutée en un délai de soixante jours, à partir de l'achèvement des culées et de leur mise à la disposition de l'entrepreneur. Enfin la passerelle devait être livrée à la circulation dans un délai d'un mois après la fin des travaux.

Par suite des formalités et de diverses circonstances, l'exécution ne put être commencée qu'en 1902; mais elle eut lieu dans les limites de temps prévues au marché.

L'opération du décintrement et les épreuves de surcharge prescrites par M. Quintin, directeur des travaux de la Ville, furent effectuées du 9 au 12 décembre 1902, avec un plein succès. Les boîtes à sable étaient vidées par des employés de la Ville. Un seul fait est à noter: par suite de la gelée, le sable de deux de ces boîtes, placées de part et d'autre de la clef, et dans le plan d'une des faces, refusa de couler, et les cintres, dégagés de toutes parts, restèrent suspendus sur ces deux seuls points; le platelage en madriers, faisant abatage sur sa plus grande largeur, pressait ainsi par son autre extrémité sous la douelle d'un des arcs qu'il tendait à soulever avec une grande force. Il est à croire qu'un arc en maçonnerie ordinaire, ainsi sollicité par en dessous vers la clef, se serait ouvert: le béton armé a résisté.

Description de l'ouvrage. — L'ouvrage dont il s'agit (fig. 6) devant franchir le canal en laissant une hauteur libre de 3 mètres au-dessus du parapet du quai, la chaussée se trouve, à son sommet, à 5m 80 au-dessus des voies que dessert la passerelle. Le profil en long de cette chaussée épouse la forme légèrement courbe de la surface d'extrados de la voûte. On y accède à chaque extrémité par un escalier de deux volées adossées, parallèles au canal et de 12 marches chacune, aboutissant toutes deux à un palier de 3 mètres sur 1m 50, qui sert de départ à une troisième volée de 12 marches, dans l'axe de la passerelle.

En son milieu, la chaussée mesure 1m 50 de largeur, entre les axes des balustrades en fer. Cette chaussée va en s'élargissant vers les extrémités où elle atteint 2m 90. Des chemins de halage de 4 mètres étant ménagés sur chaque rive, la portée totale de la voûte est de 42 mètres. La courbe d'intrados est une courbe à trois centres, ayant une montée totale de 4m 85 et une hauteur libre de 5m 85 au-dessus du plan d'eau.

L'arc principal, de 79 mètres de rayon, a 36m 06 de corde et une flèche de 2m 33, soit un surbaissement de 1/16. Le rayons des arcs de raccord aux culées est de 2m 50.

La voûte est extradossée en arc, avec un rayon de 116m 74, et une épaisseur de 0m 95 à la clef, non compris la saillie de la plinthe supérieure au-dessus de la chaussée (15 centimètres). L'épaisseur de la voûte est de 1m 70 aux reins, c'est-à-dire au changement de courbure.

Le système adopté par le constructeur et figuré sur les coupes, consiste en deux arcs parallèles, laissant entre eux un intervalle de 0m 80 que recouvre une dalle dont l'épaisseur, de 0m 30 à la clef, va en s'amincissant jusqu'à 0m 15 à l'aplomb des retombées. Les arcs et la dalle forment un seul bloc de béton armé du système Hennebique.

Digitized by Google

Chaque arc présente une paroi intérieure verticale ; sa paroi extérieure affecte, au contraire, la forme d'une surface cylindrique, et va en s'évasant à mesure qu'on se rapproche des culées. L'épaisseur de l'arc varie ainsi de 0m 40 à la clef, jusqu'à 1m 10, valeur qu'elle conserve dans toute la partie formant culée au delà des naissances de l'intrados.

La section de l'arc dans le plan horizontal des naissances a 1m 10 de largeur sur une longueur de 2m 50.

Les deux arcs reposent sur un patin de répartition, également en béton armé, arasé horizontalement au niveau du quai où les arcs prennent naissance. Les dimensions de ce patin, dans ce plan, sont de 3m 40 suivant l'axe de la passerelle, et de 3m 60 dans le sens perpendiculaire. Afin de transmettre plus efficacement la poussée oblique de la voûte au massif profond de la culée, le patin s'appuie sur ce massif par une face inférieure inclinée de 4m20 × 3m60.

Le massif, formant la culée profonde, présente une superficie de 82m² 6. Il est en béton ordinaire hourdé en mortier hydraulique de chaux du Teil.

Abstraction faite de cette substruction, et si l'on s'en tient au travail de la passerelle proprement dit et de ses patins, le béton armé qui constitue cet ouvrage a exigé les quantités respectives suivantes de béton de ciment et de métal :

Béton de ciment	140 mètres cubes.
Acier en barres rondes	20 tonnes.

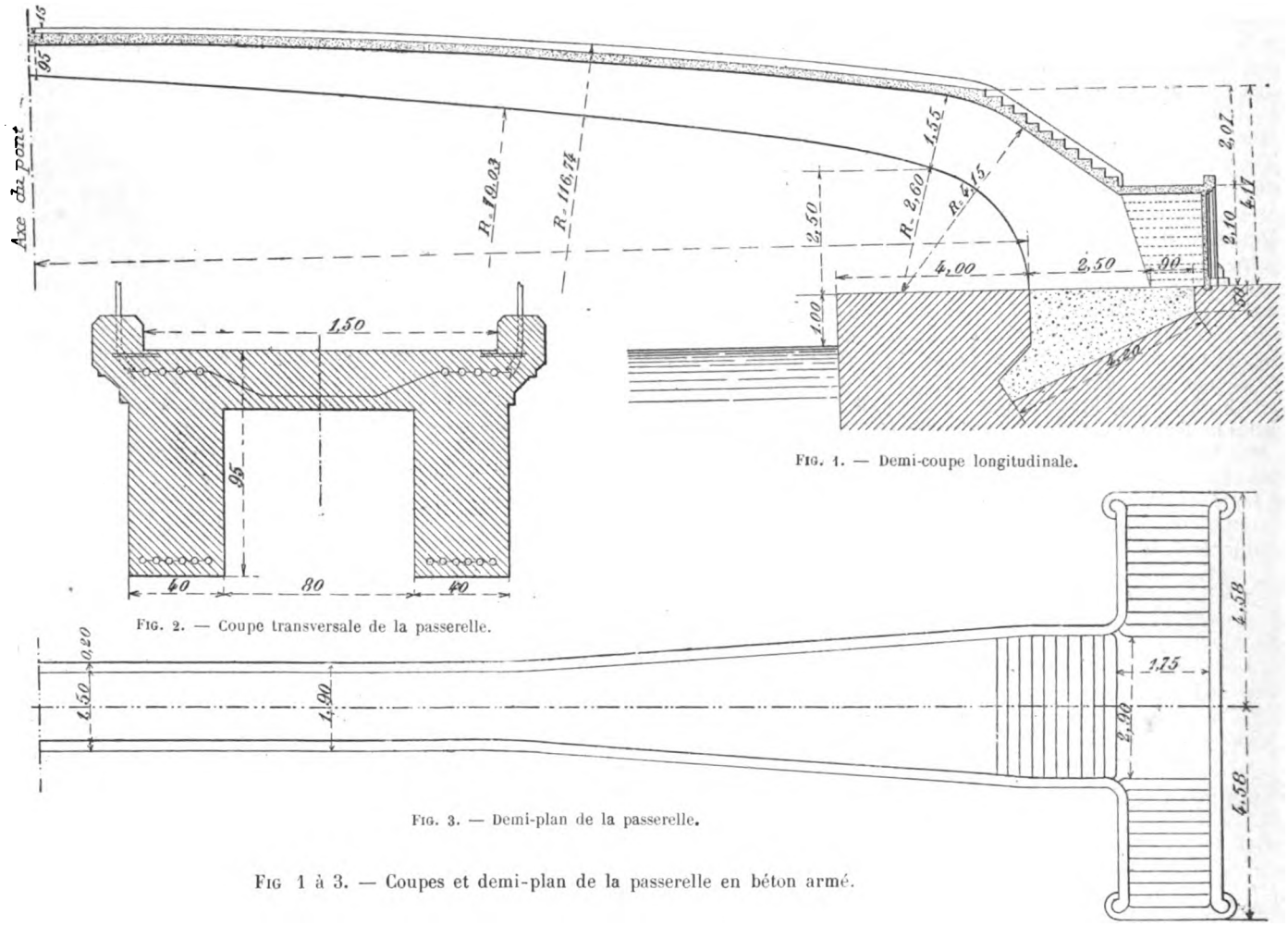


Fig. 1. — Demi-coupe longitudinale.

Fig. 2. — Coupe transversale de la passerelle.

Fig. 3. — Demi-plan de la passerelle.

Fig 1 à 3. — Coupes et demi-plan de la passerelle en béton armé.

Les barres rondes d'acier constituant l'armature ont, en général, 30 et 32 millimètres de diamètre. Elles sont disposées, pour chaque poutre, très près des surfaces de douelle et d'extrados, et reliées à la masse du béton par des étriers en fer plat, suivant la méthode habituelle du système Hennebique. Ces tiges se prolongent à travers le patin de répartition et quelques-unes vont s'ancrer dans le massif de culée profonde.

La dalle qui relie les deux poutres en arc est armée, également, suivant le système Hennebique, au moyen de barres inférieures et de barres pliées de 8 millimètres, reliées à la masse du béton par des étriers verticaux.

Les calculs ont été effectués en admettant que les matériaux ne doivent pas travailler à plus de 25 kilogr. par centimètre carré pour le béton à la compression et, pour le métal, à 10 kilogr. par millimètre carré à la traction et à 7 kilogr. par millimètre au cisaillement.

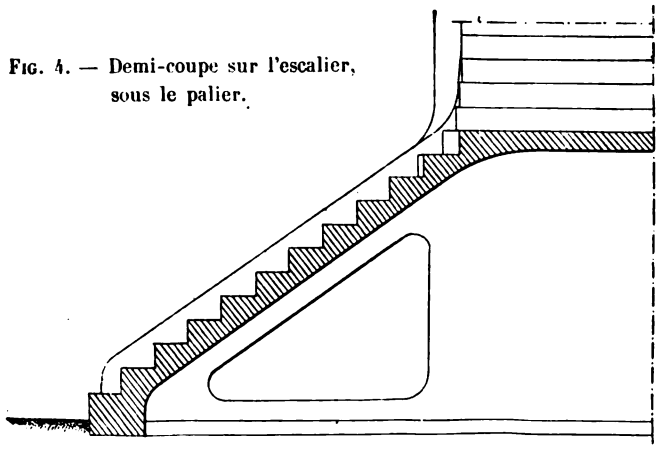


Fig. 4. — Demi-coupe sur l'escalier, sous le palier.

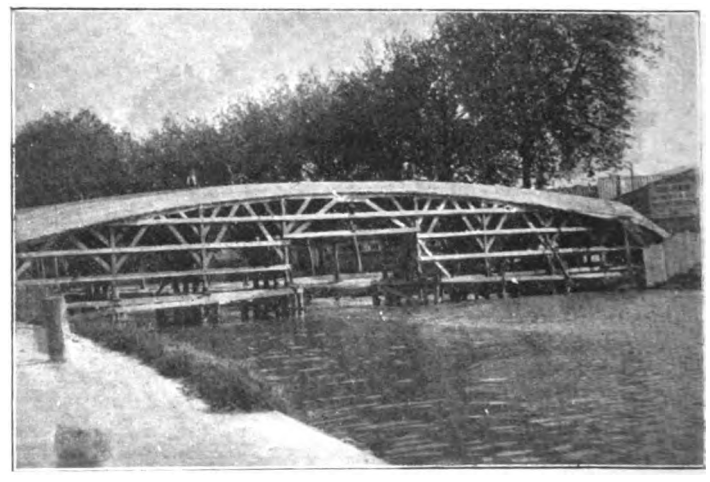


Fig. 5. — Vue de la passerelle sur cintres.

Le poids total de la passerelle est de 290 tonnes, soit un poids moyen de 3 750 kilogr. par mètre courant.

Si l'on y ajoute la surcharge, à raison de 400 kilogr. par mètre carré, sur la largeur moyenne, soit 700 kilogr. par mètre courant, on voit que la charge totale de la passerelle par mètre courant est en moyenne de 4 450 kilogrammes.

Digitized by Google

La poussée totale sur la culée est, horizontalement, de 200 tonnes, donnant avec la charge verticale une résultante oblique de 250 tonnes. On a déterminé la surface d'appui de manière que la maçonnerie ne supporte pas une charge supérieure à $2^{kg}8$ par centimètre carré.

Telles sont les données principales de cet ouvrage dont la partie décorative est des plus simples; elle se réduit en effet à un cordon qui dessine son arête supérieure et qui correspond au hourdis et à la plinthe du garde-corps. La hauteur totale de ce cordon est de 0^m35 avec une saillie de 0^m15.

Cintres et décintrement. — Le plancher de madriers dessinant la douelle de la passerelle et qui devait supporter le pilonnage du béton, était soutenu par des cintres fixes, portés eux-mêmes par dix palées verticales, ainsi que les ponts de service ménagés devant les têtes. Les deux palées médianes laissaient entre elles une travée marinière, de manière à ne pas interrompre la navigation.

Des instructions minutieuses avaient été données pour le décintrement et les opérations de surcharge, par l'Ingénieur, directeur des travaux de la Ville. Une équipe de 40 hommes y était employée, à raison d'un homme par boite à sable.

Les moyens prévus tout d'abord pour la détermination des mouvements de la voûte consistaient : 1° en deux mires pendantes fixées aux reins et observées à l'aide de niveaux à lunette ; 2° en un niveau d'eau de précision, système du capitaine Leneveu, disposé à la clef, sur un tasseau de bois, donnant la flèche principale de tassement. Ces moyens d'observation ont été complétés par l'adjonction d'appareils palmers employés pour la première fois au viaduc du Viaur (1) et qui ont permis de suivre les mouvements de la voûte sur des ordonnées distantes de 1^m40 environ.

Épreuves. — Les épreuves de surcharge ont eu lieu le lendemain du décintrement, c'est-à-dire le 19 décembre 1902. Deux équipes d'ouvriers ont procédé à la pose, sur le tablier, de deux couches successives de sacs, en partant de la clef et en allant vers les culées, jusqu'à l'aplomb des retombées. Chaque couche correspondait à un poids de 200 kilogr. par mètre carré, soit 400 kilogr. par mètre carré pour la surcharge totale.

Il a été ajouté ensuite une surcharge supplémentaire de 100 kilogr. par mètre courant.

Douze heures après la charge complète, on a procédé au déchargement d'une moitié de la voûte, l'autre moitié restant ainsi seule surchargée pendant un nouveau délai de douze heures.

La flèche, au décintrement, a été de $20^{mm}25$.

La flèche correspondant à la surcharge maximum, par rapport à cette position de l'extrados après décintrement, n'a pas dépassé $4^{mm}65$.

Après l'enlèvement de toute surcharge, la voûte est revenue sensiblement à la position qu'elle occupait après le décintrement.

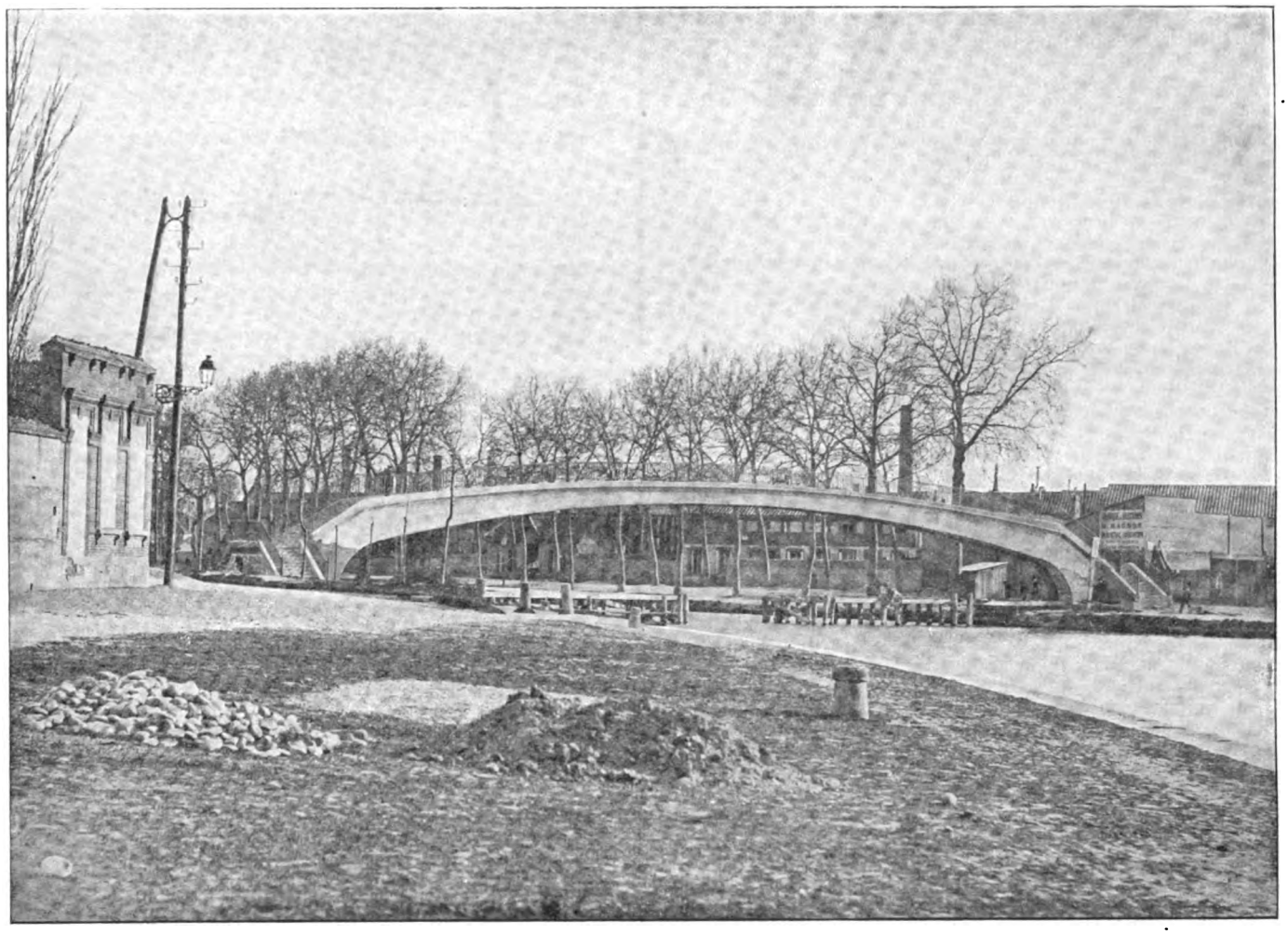


FIG. 6. — PASSERELLE EN BÉTON ARMÉ SUR LE CANAL DU MIDI, A TOULOUSE.

Les appareils palmers, destinés à manifester les variations de longueur du béton sous l'action de la compression, n'ont pas donné de mouvements appréciables. Le tableau ci-dessous permet d'ailleurs de suivre les mouvements de la voûte à la clef, au cours des diverses opérations.

Observations des mouvements de la voûte à la clef, au moyen du niveau Leneveu :

MOUVEMENTS DE LA VOÛTE A LA CLEF (en millim.)

Niveau de la clef après le décintrement.	0,10	2,15	3,75	3,80	4,65	3,65	2,25	1,10	2,25	0,45
Après la S (1) sur le premier quart (2) de la voûte.	0,10									
Après la S sur la première moitié de la voûte.		2,15								
Après la S sur les trois premiers quarts de la voûte.			3,75							
Après la S sur la voûte entière.				3,80						
Après la S' (3) sur la voûte entière.					4,65					
Après l'enlèvement de la S sur le premier quart de la voûte.						3,65				
Après l'enlèvement de la S' sur la première moitié de la voûte.							2,25			
Après l'enlèvement de la S' sur les trois premiers quarts de la voûte.								1,10		
Après la S' des premier et quatrième quarts de la voûte (espace libre à la clef : 21 mètres).									2,25	
Après la S' des premier et troisième tiers de la voûte (espace libre à la clef : 14 mètres).										0,45

(1) S = Surcharge de 400 kilogr. par mètre carré.

(2) Les premier, deuxième, troisième et quatrième quarts, la première moitié, les premier et troisième tiers de la voûte sont comptés à partir de l'aplomb du parement intérieur de la culée rive droite.

(3) S' = S + 100 kilogr. par mètre courant.

Lt-Colonel G. ESPITALLIER.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 2, p. 17.

Digitized by Google

JURISPRUDENCE

LES ACCIDENTS SURVENUS HORS DU TEMPS et du lieu du travail.

La loi du 9 avril 1898 *concernant les responsabilités des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail*, ne vise que les accidents survenus « par le fait ou à l'occasion du travail ».

De sorte que la question se pose souvent de savoir si tel ou tel accident, qui est arrivé hors du temps ou du lieu du travail, peut être considéré comme tombant sous l'application de la loi.

Voici un arrêt de la Cour de cassation, en date du 2 mars 1903, qui a énoncé à cet égard des principes intéressants :

La Cour,

Sur le moyen unique du pourvoi :

Vu l'article premier de la loi du 9 avril 1898 :

Attendu qu'un accident ne peut être considéré comme survenu par le fait ou à l'occasion du travail, lorsqu'il est arrivé avant que l'ouvrier qui en a été la victime soit parvenu sur le lieu du travail ou après qu'il s'en est éloigné ; que, si le lieu du travail n'est pas forcément limité au poste assigné à l'ouvrier, il ne comprend pas non plus nécessairement l'ensemble des établissements placés sous la direction d'un même chef d'entreprise ; qu'il doit être déterminé d'après les conditions dans lesquelles s'effectuait le travail : qu'il en est de même du temps du travail, qui peut ne pas correspondre exactement aux heures de présence effective exigée de l'ouvrier ;

Attendu que l'arrêt attaqué constate que M..., ouvrier de la Compagnie P.-L.-M., a été tué, le 19 décembre 1899, à Miramas, par une locomotive remorquant le train express n° 13 venant de Lyon ; que M... se rendait au poste n° 2 de la gare de triage, où il devait prendre son service quelques minutes plus tard ; qu'il fut atteint au moment où il traversait les voies principales de la ligne, au lieu de suivre un chemin latéral créé par la Compagnie, chemin qui longe la voie et permet de la traverser sans danger par un souterrain auquel il conduit ; que de ces constatations il résulte que l'accident arrivé à M... est survenu avant qu'il n'ait commencé son travail et en un endroit qui ne peut être considéré comme une dépendance du lieu du travail ;

Attendu, cependant, que ledit arrêt admet la veuve M..., tant en son nom personnel qu'ès-qualité, à bénéficier des dispositions de la loi du 9 avril 1898, par ce motif que M..., nouvellement arrivé à Miramas, a pu ignorer la façon dont il devait circuler dans la gare et se croire autorisé à suivre l'exemple que lui donnaient des employés plus anciens que lui ;

Mais attendu que ces circonstances ne sauraient modifier les conditions de temps et de lieu dans lesquelles l'accident s'est produit ; qu'elles ne permettent pas l'application de l'article premier de la loi du 9 avril 1898 ; d'où il suit qu'en statuant comme il l'a fait, l'arrêt attaqué a violé l'article susvisé ;

Par ces motifs ;

Casse... et renvoie devant la Cour de Nîmes...

A la date du 3 mars 1903, la Cour de cassation a fait application des mêmes principes à deux espèces analogues.

Voici l'arrêt relatif à la première espèce :

La Cour,

Attendu que l'arrêt attaqué constate que, le 22 juillet 1899, A..., ouvrier de D..., fabricant de briques, après un repas pris hors de l'usine, s'introduisit, pour y rentrer, dans un tunnel destiné au séchage des briques et non à la circulation des ouvriers ; qu'il glissa sur les rails qui le garnissaient et s'y blessa ; que, de ces constatations, il résulte que l'accident dont A... a été victime et dont il poursuit la réparation en vertu des dispositions de la loi du 9 avril 1898, n'est survenu ni au temps ni dans le lieu du travail ou ses dépendances, et qu'en repoussant les prétentions du demandeur, ledit arrêt n'a violé aucun des articles visés au pourvoi

Par ces motifs ;

Rejette...

Dans la deuxième espèce, l'arrêt est conçu dans les termes suivants :

La Cour,

Attendu que l'arrêt attaqué constate que R..., ouvrier à la Compagnie des chemins de fer P.-L.-M., a été tué le 14 décembre 1899, à Miramas, par une locomotive remorquant le train express n° 43, venant de Lyon ; que R... se rendait au poste n° 2 de la gare de triage où il devait prendre son service quelques minutes plus tard ; qu'il fut atteint au moment où il traversait les voies principales de la ligne au lieu de suivre un chemin latéral créé par la Compagnie, chemin qui longe la voie et permet de la traverser sans danger par un souterrain auquel il conduit ;

Attendu que, de ces constatations, ledit arrêt, d'ailleurs motivé, a conclu à bon droit que l'accident dont R... avait été victime s'était produit avant qu'il n'eût commencé son travail et en un endroit qui ne pouvait être considéré comme une dépendance du lieu du travail ; d'où il suit qu'en décidant qu'il n'était survenu ni par le fait ni à l'occasion du travail et en déboutant le demandeur de son action, il n'a violé aucun des articles visés au pourvoi ;

Par ces motifs ;

Rejette... (1).

On voit que la Cour de cassation ne considère pas comme un accident du travail, soumis à la loi du 9 avril 1898, l'accident survenu à un ouvrier hors du temps et du lieu du travail.

Toutefois, elle admet cette restriction « que le *lieu* du travail n'est pas forcément limité au poste assigné à l'ouvrier », et « que le *temps* du travail peut ne pas correspondre exactement aux heures de présence effective exigée de l'ouvrier ».

Elle se réserve ainsi d'examiner les circonstances particulières de chaque espèce.

Cette théorie a déjà été enseignée par la doctrine (Bellom, *Accidents du travail*, n° 194), et a été indiquée dans une Circulaire du Garde des Sceaux, en date du 10 juin 1899 (*Bulletin officiel du Ministère de la Justice*, 1899, p. 77).

Désormais, c'est aussi la théorie de la jurisprudence.

Louis RACHOU,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

VARIÉTÉS

Stérilisateur domestique.

La nécessité de débarrasser l'eau des germes nocifs qu'elle peut contenir, si clairement démontrée par les travaux de M. Brouardel et d'autres savants hygiénistes, a entraîné la création de différents appareils de purification : les uns, simplement filtrants, n'ont pas donné des résultats suffisamment certains, surtout dans le cas d'eau polluée par des germes pathogènes tels que ceux de la fièvre typhoïde, de la dysenterie, du choléra ; d'autres stérilisateurs, basés sur l'emploi de la chaleur, semblent répondre davantage aux conditions de destruction complète des microbes dangereux.

Certains d'entre eux ont reçu des applications, tels sont les appareils Rouart, Geneste et Herscher, Vaillard et Desmaroux, ce dernier mettant en pratique la disposition économique de l'échange de température.

Dans cet ordre d'idées, le nouveau dispositif imaginé par M. Lepage, semble résoudre le problème de la stérilisation d'une manière économique et pratique. Nous allons en donner la description d'après l'étude que lui consacre M. Fontaine, dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, de mai 1903.

Cet appareil se compose de trois organes principaux :

1° Un réservoir supérieur A (fig. 1) alimenté par la canalisation d'eau et muni d'un robinet flotteur ;

2° Un bouilleur métallique B, en communication avec le réservoir, chauffé par un bec de gaz ou par une lampe à alcool ou à pétrole ;

3° Un récupérateur de température C, formé d'un cylindre vertical en tôle à deux compartiments longitudinaux, traversé l'un par l'eau froide non épurée, l'autre en sens inverse, par l'eau chaude sortant du bouilleur.

L'originalité de l'appareil et son principal mérite est le mode de sortie de l'eau du bouilleur.

La conduite *b* (fig. 2) branchée sur la canalisation, amène l'eau dans un réservoir *a* où son niveau est maintenu constant grâce à un flotteur et à un trop-plein. De ce réservoir, l'eau descendant par le

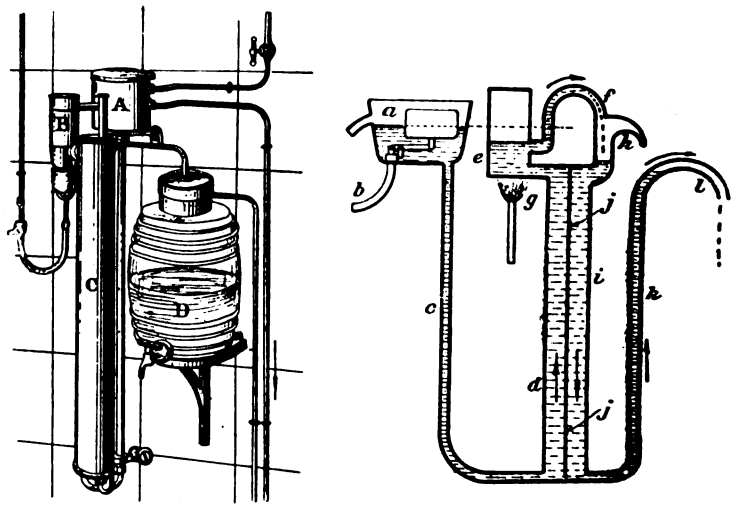


FIG. 1 et 2. — Vue d'ensemble du stérilisateur et schéma de son fonctionnement.

tuyau *c* remonte par le compartiment *e* du cylindre de récupération, jusqu'à un petit bouilleur *d*. Sous l'action de la chaleur, l'eau entre en ébullition et une légère pression s'établit dans la partie supérieure du bouilleur : de ce fait, un mélange de vapeur et d'eau entraî-

(1) *Gazette des Tribunaux*, numéro du 10 juillet 1903.

Digitized by Google

née s'échappe par le tube *f* recourbé en col de cygne, dont le sommet se trouve un peu plus haut que le niveau de l'eau (XX), de manière que celle-ci ne peut passer qu'à l'état d'ébullition tumultueuse du bouilleur au récupérateur *i* où elle vient se condenser stérilisée. Elle peut être recueillie bouillante par le petit bec *h*. Si on désire l'employer refroidie, on ne la recueille qu'après son passage dans le compartiment *i*, où elle abandonne suffisamment sa chaleur à l'eau froide non stérilisée du compartiment *d* pour que celle-ci parvienne très chaude déjà au bouilleur et pour arriver elle-même au siphon complètement froide ; afin de faciliter cet échange de chaleur, les compartiments *d* et *i* du récupérateur sont séparés par une cloison *j* plissée, à grande surface, très perméable à la chaleur.

Du compartiment *i*, l'eau s'élève par le siphon *k*, *l* et est recueillie dans un tonnelet de verre D (fig. 1).

La différence de hauteur entre le sommet du col de cygne et le niveau de l'eau du réservoir est calculée pour que la durée d'ébullition soit très courte, afin que l'eau n'ait pas le temps de perdre les gaz, qui la rendent sapide et qui maintiennent les sels calcaires en dissolution. Elle contient seulement après sa stérilisation une petite quantité de carbonate de chaux précipité dont une simple filtration suffit à la débarrasser.

M. Lepage évalue la dépense de gaz, pour la stérilisation de 30 litres d'eau, à un quart de mètre cube, soit, à Paris, un prix de revient de 0 fr. 05. Les appareils sont de divers types suivant les quantités d'eau à épurer. Son stérilisateur pour débit de 10 à 15 litres à l'heure peut être disposé pour donner de l'eau très fraîche : à cet effet, le réservoir supérieur est agrandi de manière à contenir une certaine quantité de glace, ce qui permet d'avoir très rapidement de l'eau stérilisée, à une température plus basse que celle de la canalisation.

La simplicité d'emploi de ce procédé, sa facilité d'entretien, son efficacité reconnue par M. Bonjean, chef du Laboratoire du Comité consultatif d'hygiène publique de France, le rendent recommandable comme stérilisateur domestique ; son emploi pourra rendre de réels services aux chefs d'industrie que le décret du 10 mars 1894 oblige à mettre à la disposition de leur personnel « de l'eau de bonne qualité pour la boisson ».

Soupape automatique, avec commande à distance, pour conduites de vapeur.

Le modèle de soupape pour conduites de vapeur, que représentent les figures 1 et 2, d'après le *Praktische Maschinen-Konstrukteur*, permet à volonté d'obturer la conduite d'une façon progressive et permanente,

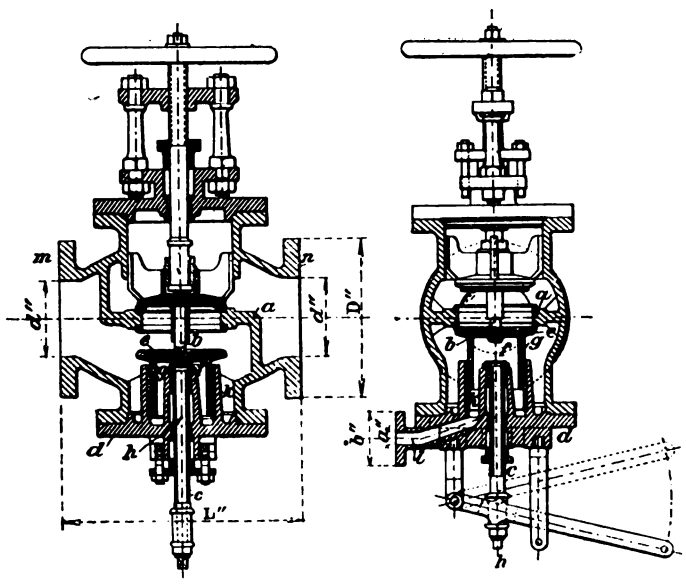


FIG. 1 et 2. — Coupes longitudinale et transversale de la soupape.

ou d'une façon brusque et momentanée; de plus, l'obturation a lieu automatiquement en cas de manque de pression dans la conduite.

La fermeture progressive est obtenue au moyen de la soupape supérieure, qui peut reposer sur le siège *a*, ou s'en éloigner, sous l'action du volant à vis (fig. 1 et 2). Cette première soupape joue simplement le même rôle qu'un robinet-vanne.

La soupape inférieure *b*, au contraire, est à course libre; elle est guidée dans son mouvement par le cylindre fixe *k*, dans lequel glisse le manchon *g* qui fait partie de la soupape.

En temps ordinaire, elle repose sur son siège inférieur *f*, et laisse passer la vapeur de la chaudière (située du côté *m*) à la conduite *n*. Les pressions qu'elle supporte sont, en effet : sur la face supérieure, la pression de la chaudière; sur la couronne *g* (fig. 1) de la face inférieure, la même pression, qui lui est transmise par le petit tube *l* (fig. 2), relié lui-même à la chaudière; sur le centre *f* de la face inférieure, la pression atmosphérique, car la tige *c h* est creuse et en communication avec l'extérieur.

Si la pression vient à manquer dans la conduite de vapeur, la pression de la chaudière devient prépondérante sur la face inférieure, la soupape se soulève et va s'appliquer sur son siège supérieur *e*, ce qui ferme instantanément la communication avec *n*. En même temps, la vapeur s'échappe par *l*, *k*, *h* et avertit le personnel de l'incident qui s'est produit.

La soupape *b* peut également fonctionner, à la volonté du chauffeur, sous l'action de la tige *c*, commandée par le levier *i*, pour déterminer une fermeture rapide de la conduite; on est ainsi dispensé d'aller manœuvrer à la main le volant supérieur, souvent placé dans une position peu accessible.

Ce genre de soupapes est généralement fabriqué en fonte pour la carcasse et en bronze pour les pièces ajustées; il peut aussi être entièrement en bronze.

Lampe de mineur à acétylène.

Parmi les lampes de sûreté proposées récemment pour les travaux de mines, nous signalerons la lampe à acétylène Wolf-Stuchlick, décrite dans la *Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur-Vereines*, que représentent les figures 1 à 3.

Le principe de l'appareil est la chute de l'eau dans le carbure, qu est renfermé dans le compartiment B (fig. 1). L'eau, introduite par l'orifice 4 dans le réservoir annulaire et mobile C, s'échappe par le tuyau D et arrive au carbure, avec une vitesse graduée par le niveau auquel on fixe le réservoir.

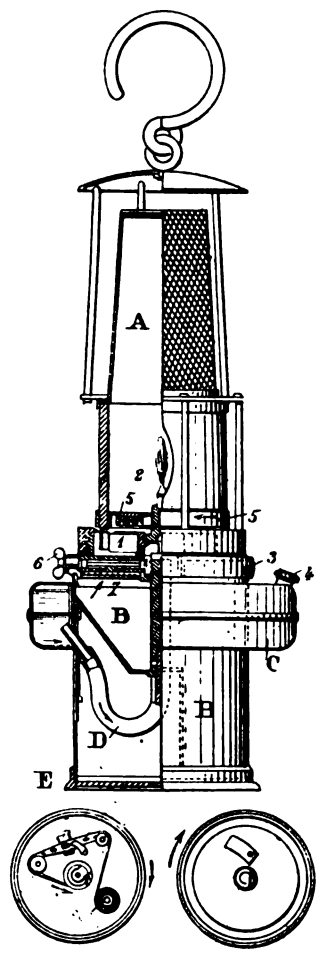


FIG. 1 à 3.
Lampe de mineur à acétylène, avec allumeur à amorces.

La lampe est munie d'une fermeture magnétique et d'un allumeur à amorces 5, représenté à part dans les figures 2 et 3.

On remplit le compartiment B en dévissant toute la partie supérieure A de la lampe, qui comprend le chapeau, le treillis de sûreté, la cheminée de verre, le bec brûleur 2, et l'allumeur.

Une fois cette partie remise en place, on fait dégager l'acétylène par le déplacement du réservoir C, et on allume le bec 2 au moyen de l'amorceur 5, dont on fait tourner la monture dans le sens indiqué par la flèche.

L'ensemble de l'appareil est solidement construit en tôle d'acier galvanisée intérieurement et extérieurement.

Cette lampe brûle bien, paraît-il, même par les temps lourds, et peut déceler une teneur de 1 % en grisou dans l'air, par une auréole verdâtre que présente la flamme quand elle est réduite à 2 millimètres de hauteur.

La consommation ne serait que de 150 grammes de carbure pour les dix heures d'une journée, la contenance du réservoir d'eau étant naturellement suffisante pour ce laps de temps. Moyennant une dépense facile à évaluer, dans chaque cas, suivant le prix du carbure, on serait ainsi pourvu d'un éclairage bien supérieur à celui des lampes à huile actuelles.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 24 août 1903.

Astronomie physique. — *Observations du soleil faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brünner de 0m16) pendant le deuxième trimestre de 1903* Note de M. J. GUILLAUME, présentée par M. Mascart.

M. Guillaume résume les observations faites sur les taches et facules du soleil, avec les renseignements statistiques et comparatifs par rapport aux périodes antérieures, qui découlent de ce tableau.

Électricité. — *Sur le rôle des noyaux métalliques des bobines.* Note de M. B. EGINITIS, présentée par M. J. Violle.

M. Eginitis a étudié, grâce à la sensibilité de l'échauffement des pôles aux variations de la self-induction du circuit de décharge, l'influence des noyaux métalliques des bobines de self-induction. Les expériences concernant l'influence du fer, du laiton et du cuivre ont été faites en opérant sur des étincelles consécutives. Cette influence varierait avec la valeur de la self-induction de la bobine, la nature et le diamètre des noyaux, la nature des pôles, la distance explosive, etc.

Les résultats de cette étude sont les suivants :

1° *L'influence d'un noyau dépend de la forme de la bobine.* — Deux bobines ayant la même self-induction, dont l'une est construite en longueur et l'autre en épaisseur, donnent des résultats différents. Avec une bobine longue, l'effet d'un noyau est *plus grand* qu'avec une bobine courte ;

2° *Deux noyaux de mêmes dimensions, mais dont l'un est creux et l'autre plein, n'ont pas le même effet sur la décharge.* — Ainsi, deux noyaux de fer de 18 millimètres de diamètre, dont l'un est creux et l'autre plein, introduits dans une bobine, n'ont pas donné les mêmes résultats ;

3° *L'action d'un noyau diminue quand la self-induction augmente, et augmente quand son diamètre augmente* (au moins jusqu'à une certaine limite);

4° *Un noyau peut n'avoir aucune influence.* — Ainsi, un noyau de laiton de 20 millimètres de diamètre, ou de cuivre de 40 millimètres de diamètre, introduits dans une bobine de 0,0006 henry, n'ont aucune influence ;

5° *L'action d'un noyau dépend de la température des pôles, de leur nature et de la distance explosive.* On peut citer, comme exemple, la destruction de l'effet d'un noyau par l'augmentation artificielle de la température initiale des pôles ;

6° *Un noyau de fer a une action plus forte qu'un noyau de laiton, dont l'action est elle-même plus forte que celle d'un noyau de cuivre.*

Physiologie. — *Sur l'équation générale des courbes de fatigue.* Note de M. Charles HENRY et de Mlle J. JOTEYKO.

Si l'on fait passer des courbes de sentiment par les sommets successifs des ordonnées des ergogrammes (1), on obtient, comme courbes de fatigue, parfois des droites, mais, d'ordinaire, des courbes qui présentent souvent un point d'inflexion, très rarement deux, quelquefois aucun. En cherchant une relation entre l'effort à chaque instant et le temps, on trouve une relation du troisième degré :

$$e = H - at^3 + bt^2 - ct,$$

e étant l'effort à chaque instant, H l'effort maximum initial, *t* le temps.

Il est généralement admis que le muscle ne consomme pas, dans les contractions initiales, les mêmes substances que dans les contractions finales : normalement il consomme des hydrates de carbone et très peu d'albuminoïdes ; ce n'est que dans la fatigue qu'il consomme notablement ces dernières, d'où production de déchets azotés très toxiques.

Quand *a* et *b* sont nuls, la courbe est une droite. C'est le cas quand on excite électriquement les muscles de l'homme ; dans ces cas, la fatigue est toujours relativement faible, car l'application des courants est très douloureuse, et l'on n'emploie que des poids beaucoup plus légers que lors de l'excitation volontaire.

Au nombre des causes qui peuvent lutter contre la fatigue, on aperçoit l'ensemble des centres nerveux et l'excitation de la cellule motrice par les toxines très diluées. Mosso a montré, avec le ponomètre, que l'effort nerveux nécessaire pour produire la contraction grandit quand le nombre des contractions grandit. On sait, d'autre part, qu'un grand nombre de poisons, quand ils sont très dilués, excitent, au lieu de tuer, la cellule vivante. On est donc conduit à voir, dans la constante positive *b*, une mesure de l'action nerveuse et de l'excitation par les toxines diluées.

Il est d'ailleurs possible de vérifier cette conséquence. L'alcool, *en général*, excite les centres nerveux et par là le muscle. Or, si l'on compare les équations d'ergogrammes tracés avant et après ingestion d'alcool, on constate que dans ceux-ci la constante *b* augmente en général, *a* diminuant toujours.

Physique. — *Piles à plusieurs liquides différents avec électrodes métalliques identiques*, par M. BERTHELOT.

M. Berthelot, poursuivant ses études sur les piles (1), résume les résultats de ses expériences sur les éléments à plusieurs liquides, avec électrodes identiques, qui confirment la *loi des contacts*, en tant qu'applicable aux chaines liquides.

Cependant l'équation $E = e_1 + e_2$ s'applique uniquement aux potentiels électriques, mais non aux quantités de chaleur dégagées de part et d'autre et au travail extérieur accompli par les trois éléments.

Toutes les fois que E répond à une réaction exothermique, telle que : la combinaison d'un acide et d'une base ; ou l'action réciproque de deux sels formant immédiatement un sel double très stable à l'état ordinaire ; ou bien encore une réaction oxydante ou réductrice, accomplie presque instantanément au contact des deux liquides ; M. Berthelot a constaté que l'énergie intérieure, correspondant à cette réaction et entretenue par elle, est susceptible d'intervenir, non seulement pour produire de la chaleur, mais aussi pour se transmettre en partie au dehors sous la forme d'un courant électrique, qui développe un travail électrolytique continu, extérieur à la pile : tandis que les réactions e_1 et e_2 (action d'un sel neutre sur un acide, ou sur une base, etc.), — à résultante thermique presque nulle, sinon même négative, — puisent dans le milieu ambiant les énergies qui entretiennent les potentiels de la pile qu'elles concourent à former. Par conséquent, elles ne sont pas susceptibles d'entretenir un travail électrolytique extérieur ; et celui-ci ne tendra à se produire que suivant la proportion, extrêmement faible, qui répond à l'emmagasinement continu des ces énergies extérieures.

Dans le premier élément (acide + base), au contraire, le travail extérieur est entretenu en raison de l'énergie fournie en un temps donné et d'une façon continue par la réaction chimique. En étudiant les réactions oxydantes en particulier, il a montré que l'on réalise ainsi, au moyen de l'énergie fournie par le contact des deux liquides, accompli en dehors des électrodes métalliques, des piles qui travaillent en conservant une force électromotrice constante ; c'est-à-dire qui possèdent les mêmes caractères que les piles ordinaires, où la force électromotrice est fournie surtout par la réaction chimique accomplie entre une électrode métallique et le liquide où celle-ci est plongée. Ce sont là des circonstances capitales au point de vue de la théorie.

A. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 24, p. 394. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLIII, n° 4, p. 62 ; n° 10, p. 159 ; n° 11, p. 174, et n° 16, p. 254. *(Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)*

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Chemin de fer interurbain entre Colombus et Zanesville. — Cette ligne, actuellement en construction, comprendra, lorsqu'elle sera terminée, environ 100 kilom. de voies principales. Elle est desservie par conducteur aérien, les mêmes poteaux supportant le fil de contact, les conducteurs à haute tension et la ligne téléphonique. Le *Street Railway*, du 1er août, en donne une description détaillée.

La station centrale, qui comprend quatre chaudières de 300 chevaux et deux groupes électrogènes de 800 kilowatts, emploie comme combustible le gaz naturel pris, par une dérivation de 10 centimètres, sur une conduite de 20 centimètres qui alimente la ville de Newark. La pression dans cette conduite est de 5ks6 à 9ks8, de sorte qu'il est nécessaire de la réduire et de la régler ; une construction située à petite distance de l'usine renferme les détendeurs et régulateurs. La régulation finale se fait à l'arrivée aux chaudières, par des appareils commandés par la pression de vapeur. La consommation est de 1 mètre cube de gaz par cheval électrique, et le prix de revient de l'énergie est de 0 fr. 025 par kilowatt-heure, le gaz coûtant 0 fr. 40 les 28 mètres cubes.

L'énergie est produite sous forme de courants triphasés à 13 200 volts. L'usine renferme une sous-station de 300 kilowatts. Une autre sous-station, située à Hibernia, renferme deux commutatrices de 500 kilowatts. Le dépôt et l'atelier de réparations se trouvent à Newark. Le matériel actuel comprend 4 voitures de 62 places avec compartiments à bagages, et 4 voitures de 50 places.

L'article renferme des renseignements sur le mode d'exploitation, sur le territoire desservi, et sur les parcs ou endroits de plaisir situés sur son parcours, les lignes de ce genre recueillant, en Amérique, une notable partie de leurs recettes d'été de ce trafic spécial.

La ligne effectue également le trafic des marchandises, à un tarif 15 % plus bas que les tarifs ordinaires de grande vitesse.

CONSTRUCTIONS CIVILES

Concours pour l'édification d'une caisse d'épargne postale, à Vienne (Autriche). — L'emplacement de l'ancienne caserne François-Joseph, à Vienne, a été choisi pour une nouvelle caisse d'épargne postale, dont les plans ont fait récemment l'objet d'un concours.

La façade principale de ce bâtiment est située sur la Bibergasse. Il a été prévu pour l'ensemble des locaux utilisables, non compris les cours, escaliers et dégagements, une surface de 16000 mètres carrés, ce qui conduit à multiplier les étages.

L'*Oesterreichische Wochenschrift*, des 15 et 22 août, donne les principales spécifications du programme, et reproduit les plans et croquis des projets primés.

Les concurrents ont adopté, pour la distribution intérieure, des dispositions qui varient beaucoup d'un projet à l'autre, tandis que la plupart des façades sont traitées dans un style officiel dépourvu de relief.

L'emploi des pierres de taille dans les murs de soutènement. — M. von WILLMANN expose, dans la *Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen* (n° 6 de 1903), un grand nombre d'appareils en pierre de taille qui peuvent être employés à la partie supérieure des murs de soutènement et des murs en aile qui accompagnent les ponts. Il fait ressortir les avantages et les inconvénients de chacun d'eux, en ce qui concerne les difficultés de la coupe, les risques d'avaries et de dégradations sous l'action du temps, le cube de pierre employé, etc.

Concours pour la façade du nouveau bâtiment de la gare de Bâle. — La *Schweizerische Bauzeitung*, des 1er, 8, 15 et 22 août, reproduit les trois projets primés au concours récemment ouvert pour la façade de la gare de Bâle. L'examen de ces dessins permet d'apprécier les tendances actuelles de l'architecture allemande, qui semble rechercher de préférence les ensembles compacts et massifs.

CONSTRUCTIONS NAVALES

Installations électriques à bord de deux cuirassés américains. — L'*Electrical World*, du 15 août, décrit l'installation faite à bord des cuirassés de 16000 tonnes, *Connecticut* et *Louisiana*, pour l'éclairage, la commande des machines auxiliaires et les signaux.

L'éclairage est réparti en deux groupes formant le « service de combat » et le « service de lumière » ; ils sont alimentés par deux canalisations distinctes.

Le service de combat comprend tout l'éclairage au-dessous du pont cuirassé ; toutes les lampes qui pourraient être visibles par l'ennemi sont enfermées dans une lanterne avec écran qui ne laisse passer qu'un faisceau de 90 degrés, pouvant être entièrement obturé en cas de besoin : le service de lumière comprend l'éclairage des cabines, du mess, de l'équipage, les ventilateurs des cabines d'officiers, etc. Chaque navire est pourvu de six projecteurs de 80 ampères sous 125 volts (60 volts aux bornes de l'arc).

Digitized by Google

Les moteurs actionnent 33 ventilateurs fixes, les appareils pour le transport des munitions, les appareils de levage, la manœuvre des tourelles, celle des pièces, les grues, les machines pour le blanchissage, les machines-outils de l'atelier, enfin les portes automatiques.

Les tourelles sont commandées par le système Ward Leonard; mais pour éviter d'installer un groupe générateur par moteur à commander, on a disposé, au voisinage des tourelles, des moteurs-générateurs sur l'excitation desquels on agit au moyen du rhéostat de commande.

Un grand nombre de thermostats, installés dans les soutes et les magasins, forment autant d'avertisseurs d'incendie, ayant chacun son indicateur spécial.

Le matériel générateur forme deux installations distinctes, contenant chacune quatre dynamos de 100 kilowatts à 125 volts, actionnées par des machines à vapeur verticales fermées, à graissage forcé. La charge maximum n'excédant pas 400 kilowatts, une seule des installations suffit pour assurer le service.

On trouvera, dans l'article cité, une liste des moteurs employés, et des renseignements sur les appareils de transmission d'ordres et les signaux de nuit.

ÉLECTRICITÉ

La construction des stations centrales d'énergie électrique. — L'*Elektrotechnische Zeitschrift* publie, dans son numéro du 2 juillet, un article où M. Wikander résume les conditions générales d'établissement des stations centrales d'énergie électrique.

La position de l'usine doit être choisie en tenant compte des facilités d'approvisionnement d'eau et de charbons, de la possibilité des agrandissements ultérieurs, et de la distance du centre de gravité de la consommation. Dans l'éventualité du développement des moteurs à gaz pauvre, l'auteur conseille aussi la proximité d'une usine à gaz, ce qui permet de réduire les frais de transport de coke, et d'utiliser dans les gazogènes le coke encore rouge, tel qu'il sort des cornues.

Après quelques indications sur la disposition des bâtiments, l'auteur s'occupe des machines. Il fait remarquer que, en raison de la charge variable d'une usine, les unités qui assurent la charge continue doivent être économiques, mais que celles qui servent pour la pleine charge peuvent être moins coûteuses et moins économiques. Il en est de même pour le matériel de rechange, qui doit être sûr, mais dont la qualité principale est de pouvoir être mis en route rapidement.

Les chaudières multitubulaires sont à préférer en raison de leur prix; l'auteur estime toutefois que les chaudières semi-tubulaires pourraient être employées pour la charge constante, les multitubulaires assurant le complément de production pendant la charge maximum.

La tuyauterie est généralement prévue pour une vitesse de 30 mètres par seconde en charge maximum; l'auteur trouve que cette vitesse est trop faible et qu'elle conduit à des pertes par rayonnement exagérées. Il conseille l'emploi de deux collecteurs inégaux, l'un ou l'autre, ou même les deux, étant employés, suivant la charge.

L'auteur conseille également de prévoir des volants des machines à vapeur de façon qu'ils puissent ultérieurement recevoir les inducteurs d'alternateurs à la fréquence 50. Les dynamos à double courant ne lui paraissent pas recommandables, en raison de la trop faible fréquence.

Il examine finalement les dynamos auxiliaires (survolteurs, équilibreurs, etc.) qu'il conseille d'accoupler directement avec les machines à vapeur principales.

Règlement concernant les conditions à imposer dans les contrats d'installations électriques. — L'*Éclairage électrique* du 29 août, publie un projet de règlement, adopté par plusieurs associations françaises d'industriels, pour les offres, la fourniture et les essais des machines électriques, que lui communique M. V. Kammerer, Ingénieur du service électrique de l'Association alsacienne des propriétaires d'appareils à vapeur.

Ces spécifications concernent : la désignation de la puissance nominale, l'échauffement, l'autorégulation, le rendement, les surcharges, l'isolement, les essais de surtension, la durée des essais; enfin les tolérances à consentir pour les garanties, et les limites au delà desquelles l'acheteur est en droit de refuser le matériel proposé.

D'après ce règlement, la durée de l'essai à pleine charge est variable avec le rapport K caractérisant la machine $\left(K = \frac{\text{watts}}{\text{tours par minute}}\right)$.

Les tensions d'essai, que doivent supporter les appareils, sont fixées par un tableau dont les valeurs ont été calculées, à partir de 5000 volts, par la condition que les distances explosives des tensions d'essai soient doubles de celles des tensions de régime.

La perte d'énergie dans le fer induit des dynamos. — MM. Walter Esterline et Reid ont présenté à l'American Institute of Electrical Engineers, le résultat de mesures directes qu'ils ont faites sur la perte dans le fer des induits dentés ou lisses. L'*Electrical Review*, du 1er août, reproduit leur mémoire.

L'appareil employé se compose d'un inducteur dans lequel peuvent se monter cinq séries de pièces polaires, massives ou feuilletées. Des tôles découpées, d'environ 30 centimètres de diamètre extérieur, permettent de composer divers noyaux d'induits, qu'on met en mouvement par un moteur électrique. Pour évaluer le frottement de l'arbre, les douilles des coussinets ont été montées sur billes, et un dynamomètre mesure l'effort de frottement. La vitesse est indiquée par un tachymètre. On varie l'allure du moteur en changeant la force électromotrice d'alimentation.

Chacun des noyaux a donné lieu à 225 essais sous diverses inductions et à diverses fréquences. Les résultats en sont résumés par quatre séries de courbes qui expriment la perte en fonction de l'épaisseur radiale, du nombre de pôles, de l'induction et de la division des masses polaires.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

Notes sur l'industrie américaine. — M. Paul Möller expose, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* des 4 et 11 juillet, les principales impressions recueillies, à la fin de 1902, au cours d'un voyage d'études aux États-Unis. Il fait ressortir d'abord, par la reproduction des graphiques de la statistique internationale, le développement de la production américaine, pour les céréales, le charbon, la fonte, le pétrole et fait la comparaison avec celle des principaux peuples européens. La supériorité des États-Unis est considérable dans presque toutes les branches.

M. Möller ayant particulièrement étudié les ateliers de constructions mécaniques, cite et reproduit les machines-outils les plus intéressantes qu'il ait rencontrées (fraiseuses, perceuses, etc). Ces appareils atteignent souvent des dimensions remarquables et sont d'un prix très élevé, mais on tient avant tout, en Amérique, à accroître la productivité de l'ouvrier en lui donnant les instruments les plus perfectionnés dont on puisse disposer. L'auteur cite aussi quelques cas curieux où la spécialisation du travail est poussée au plus haut degré. Il examine ensuite les salaires et la manière de les fixer. Le système des primes devient très usité. Un des types les plus simples consiste à déterminer un prix pour l'heure de travail, et à donner à l'ouvrier un certain temps pour fabriquer chaque pièce. On lui tient compte alors de la moitié du temps qu'il aura économisé par son habileté sur le délai fixé.

Enfin, l'auteur donne brièvement quelques indications sur le mouvement corporatif, ouvrier ou patronal, et sur les trusts.

Dans les numéros du 25 juillet au 22 août du même journal, M. Möller passe en revue de nombreux détails de construction des machines-outils américaines, ainsi que les instruments de réglage et de mesure employés dans les ateliers, les essais industriels de matériaux, etc.

HYDRAULIQUE

L'élévation de l'eau par l'air comprimé. — M. W. H. Maxwell a lu récemment un mémoire sur ce sujet, devant l'Association britannique des Ingénieurs hydrauliciens. L'*Engineer* le reproduit dans son numéro du 14 août.

Le principe appliqué est le suivant : l'air est amené sous la pression voulue, à la partie inférieure d'un tube immergé dans l'eau, de sorte que ce tube renferme des colonnes successives d'air et d'eau, l'air ne se mélangeant pas à l'eau. Cette colonne mixte, soumise à la pression de l'eau, s'élève au-dessus de sa surface, la hauteur d'élévation se trouvant ainsi liée à la profondeur sous laquelle l'air est injecté. L'auteur a trouvé que les résultats les plus économiques s'obtiennent avec un rapport d'environ 3 à 1 entre l'immersion et l'élévation, le rendement étant alors 36,8 °/₀ par rapport au travail indiqué sur la machine à vapeur, ou 46 °/₀ par rapport au travail en air comprimé.

L'auteur a trouvé que la quantité X d'air par minute (en pieds cubes) se trouve liée à la hauteur d'élévation B (en pieds) et au débit d'eau A (gallons par minute) par la relation :

$$X = \frac{AB}{125}.$$

Il décrit en particulier l'installation de Tunbridge, où ce système a été adopté en vue d'utiliser une machinerie existante, et où l'air, comprimé à 7 kilogr. environ, est envoyé dans un puits de 104 mètres de profondeur. Le tube d'élévation a 175 millimètres de diamètre, le tube d'arrivée d'air 63 millimètres. La quantité moyenne d'eau élevée est de 140 mètres cubes à l'heure, à une hauteur de 40m50.

Le mémoire est accompagné de tableaux de marche, et de prix de revient comparés avec d'autres systèmes.

TRAVAUX PUBLICS

Les feux flottants. — Poursuivant l'étude méthodique et l'amélioration des pontons des feux flottants et de leurs appareils d'éclairage, le Service des phares a été conduit par des essais successifs à la création de plusieurs types dont le dernier, adopté pour le poste du *Sandettié* et pour le *Dunkerque*, diffère considérablement des constructions antérieures de même nature.

M. Ribière, Ingénieur en chef du Service central des phares et balises, expose, dans une note publiée par les *Annales des Ponts et Chaussées* (4e trimestre de 1902) les données nouvelles de ces divers travaux.

Après quelques indications sur les mouvements de la mer et des bateaux, il rappelle les observations qui ont été faites à bord des anciens feux flottants et en particulier celles qui ont été relevées sur le *Ruytingen* mouillé en 1900 pendant plus de trois mois à l'emplacement du *Sandettié*. Ces dernières ont permis de reconnaître parfaitement le régime de la mer et les conditions de ce mouillage au poste du *Sandettié*.

Avant d'étudier la construction de ce feu flottant, l'auteur donne d'intéressantes indications sur ceux de moindre tonnage que le Service des phares a eu à établir pour un service différent et pour des postes moins exposés; malgré des dimensions plus faibles ils ont constitué des expériences successives d'un grand intérêt. M. Ribière examine donc successivement le feu flottant à gaz sans gardien de Rochebonne, celui de Talais (Gironde) avec feu à éclats, à incandescence par le gaz, et le feu flottant d'essai *Snouw*.

Il décrit ensuite le feu flottant ***Sandettié*** pour lequel on a adopté les dimensions principales suivantes :

Longueur 35 mètres; largeur à la flottaison, 6m24; creux, 5m10; tirant d'eau (y compris une quille saillante de 1 mètre de hauteur), 4m60; déplacement 341 tonneaux.

Le bateau est aménagé pour recevoir un capitaine, un chauffeur-mécanicien et six matelots. Mouillé à son poste le 30 décembre 1902, les plus grands mouvements qu'il a éprouvés jusqu'ici n'ont pas dépassé 32 degrés d'amplitude par roulis et 25 degrés par tangage.

M. Ribière consacre un chapitre spécial aux appareils d'éclairage de ces feux flottants, sur lesquels le Service des phares assure actuellement le fonctionnement de feux lenticulaires à éclats de grande puissance. La puissance lumineuse du feu du *Sandettié* est de 3500 carcels; il fonctionne à l'incandescence par le gaz d'huile comprimé.

Il termine sa note par l'examen du signal sonore qui accompagne tout feu flottant, de la machinerie, des installations du pont, des appareils de mouillage et des dépenses occasionnées pour l'établissement du *Sandettié*. Ces dernières se sont élevées à 340 000 francs se décomposant de la manière suivante coque, y compris l'armement, 203 000 francs; lanterne et appareil optique, 23526 francs; réservoir à gaz et à air comprimé, 16860 francs; sirène, machine de rotation, détendeurs, tuyauterie, 14385 francs; chaudières, condenseur, automoteur et pompes, 27300 francs; guindeau, 6250 francs; chaînes de mouillage et ancres à champignon, 17000 francs; frais divers, 15079 francs.

Digitized by Google

Ouvrages récemment parus.

Les nouvelles clauses et conditions générales imposées aux entrepreneurs des Ponts et Chaussées, par A. Doussaud, avocat. — Un volume in-8° de 530 pages. — Chevalier-Maresecq, éditeur, Paris, 1903. — Prix : broché, 8 francs.

M. Doussaud étudie, dans ce volume, les conditions imposées aux entrepreneurs de travaux publics, non seulement pour le service des Ponts et Chaussées, mais aussi pour ceux des départements et des communes. Son ouvrage, conçu dans un esprit pratique, a été mis au courant de la jurisprudence du Conseil d'État.

Après l'historique succinct des régimes antérieurs, il commente chaque article du nouveau cahier des charges, précise ses applications, indique les difficultés qu'il peut soulever, et fixe les droits et les obligations réciproques de l'Administration et des entrepreneurs, avec les formalités utiles pour sauvegarder tous les intérêts en jeu.

Il propose enfin, dans un projet de revision, les réformes qui lui semblent les plus indispensables aux règles suivies actuellement.

L'Acétylène, par M. A. Morel. — Un volume grand in-8° de 180 pages, avec 7 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1903. — Prix : broché, 5 francs.

La première partie de ce volume est consacrée à l'étude des hydrocarbures et des carbures métalliques.

L'auteur étudie, dans un chapitre spécial, le carbure de calcium, puis aborde la question de l'acétylène et de ses applications. Il passe en revue la préparation de ce gaz et les principaux appareils utilisés à cet effet; ses propriétés chimiques, physiques et toxiques; puis, ses propriétés calorifiques, optiques et explosives. Les applications à l'éclairage, au chauffage et à la force motrice sont l'objet d'un examen détaillé.

L'Alcoométrie pondérale. — Une brochure in-8° de 30 pages. — Association des Chimistes, éditeur, Paris, 1903. — Prix : 2 francs.

La Commission de l'Alcoométrie pondérale, de l'Association des Chimistes de sucrerie et de distillerie, répond, dans cette brochure, au rapport de M. Boverat à la Chambre de commerce de Paris. La Commission espère que cette étude approfondie provoquera l'abandon de l'alcoométrie volumétrique, actuellement en usage, et fera tomber les objections présentées contre l'alcoométrie pondérale.

La Photographie au charbon, par Charles Gaillard. — Une brochure in-8° de 100 pages, avec figures. — Charles Mendel, éditeur, Paris, 1903. — Prix : 2 francs.

L'auteur examine successivement les qualités du papier au charbon, sa conservation, sa sensibilisation; le développement avec simple ou double transfert; les agrandissements au charbon.

Il étudie les causes les plus fréquentes d'insuccès et indique les remèdes appropriés.

INFORMATIONS

Brevets d'invention.

Arrêté ministériel relatif aux demandes, descriptions et dessins, à la délivrance et à l'impression des brevets d'invention.

Conformément à l'article 24, de la loi du 7 avril 1902, relative aux brevets d'invention, un arrêté du Ministre du Commerce, en date du 11 août 1903, et publié par l'*Officiel* du 15 août, détermine : 1° les conditions de forme, dimensions et rédaction que devront présenter les descriptions et dessins, ainsi que les prix de vente des fascicules imprimés et les conditions de publication du catalogue; 2° les conditions à remplir par ceux qui, ayant déposé une demande de brevet en France et désirant déposer à l'étranger des demandes analogues avant la délivrance du brevet français, voudront obtenir une copie officielle des documents afférents à leur demande en France. Toute expédition de cette nature donnera lieu au payement d'une taxe de 25 francs; les frais de dessin, s'il y a lieu, seront à la charge de l'impétrant.

Citons, parmi les dispositions principales, l'obligation de fournir la description en langue française et en double exemplaire, en feuillets numérotés et paraphés; de terminer la description par un résumé énonciatif des points caractéristiques de l'invention; de la limiter à un seul objet principal; de dessiner le duplicata des planches en traits noirs sur papier blanc, avec indication des coupes par des hachures, à l'exclusion de teintes.

L'article 11 stipule que le prix maximum de vente de chaque fascicule imprimé des descriptions et des dessins des brevets d'invention ou certificats d'addition est fixé à 1 franc.

Enfin, d'après les articles 13 et 14, aucune demande de brevet d'invention ou de certificat d'addition ne pourra être rejetée comme irrégulière pour infraction aux prescriptions du présent arrêté, notamment au point de vue de la rédaction, de la description et de l'établissement des dessins, qu'après un avis conforme de la Commission technique de l'Office national de la Propriété industrielle, le demandeur ou son mandataire préalablement entendu en ses explications ou dûment appelé devant ladite Commission.

Les présentes dispositions seront applicables aux demandes de brevets d'invention et de certificats d'addition, dont le dépôt sera effectué un mois après la date du présent arrêté.

Deux tableaux annexés à cet arrêté reproduisent les types officiels de la demande de brevet et celui du titre du mémoire descriptif à présenter par l'inventeur.

Marques de fabrique.

Circulaire relative à l'enregistrement des marques de fabrique et de commerce au bureau international de Berne.

Le *Journal Officiel*, du 22 août, publie une circulaire du Ministre du Commerce et de l'Industrie relative au décret présidentiel du 20 mai 1903, qui a modifié celui du 25 avril 1893, relatif aux formalités à remplir par ceux de nos nationaux qui désirent obtenir l'enregistrement de leurs marques de fabrique ou de commerce au bureau international de Berne, en vue d'assurer dans les autres pays de l'union la protection desdites marques.

En effet, la conférence de l'union internationale pour la protection de la propriété industrielle, tenue à Bruxelles, a abouti, le 14 décembre 1900, à la signature de deux actes additionnels destinés à amender :

1° La convention conclue à Paris, le 20 mars 1883, pour la protection de la propriété industrielle;

2° L'arrangement conclu à Madrid, le 14 avril 1891, pour l'enregistrement international des marques de fabrique ou de commerce.

La convention de 1883 a groupé les principaux États industriels des deux mondes en une union qui comprend aujourd'hui la France, l'Allemagne, la Belgique, le Brésil, le Danemark, la République dominicaine, l'Espagne, les États-Unis, la Grande-Bretagne, avec la Nouvelle-Zélande et le Queensland, l'Italie, le Japon, le Mexique, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, la Serbie, la Suède, la Suisse, et la Tunisie. Cette convention a été sanctionnée par la loi du 25 janvier 1884.

L'arrangement conclu à Madrid, en 1891, pour l'enregistrement international des marques de fabrique ou de commerce, a reçu l'adhésion de : la France, la Belgique, le Brésil, l'Espagne, l'Italie, les Pays-Bas, le Portugal, la Suisse et la Tunisie. Cet arrangement a été sanctionné par la loi du 13 avril 1892.

Le décret du 20 mai 1903, rendu à la suite des ratifications des décisions de la Conférence de Bruxelles, contient les principales dispositions suivantes :

Toute personne propriétaire d'une marque régulièrement déposée en France et se trouvant dans les conditions prévues par l'arrangement de Madrid, qui désirera s'assurer la protection de cette marque dans les autres États qui ont adhéré audit arrangement ou qui y adhéreront par la suite, devra verser à Paris, à la caisse du receveur central de la Seine et, dans les départements, aux caisses des trésoriers payeurs généraux ou des receveurs particuliers des finances, une somme de 25 francs.

Le récépissé constatant le versement de ladite somme devra être adressé à l'Office national de la Propriété industrielle, avec les pièces suivantes :

1° Une requête en vue d'obtenir l'enregistrement de ladite marque au bureau international de la propriété industrielle, à Berne;

2° Trois exemplaires de la marque conformes au modèle déposé;

3° Un cliché typographique reproduisant exactement la marque; ce cliché sera conservé au bureau international;

4° Le talon d'un mandat postal au nom du bureau international de la propriété industrielle, à Berne, représentant l'émolument dû à ce bureau;

5° Une procuration spéciale dûment enregistrée, si la demande est faite par un fondé de pouvoirs.

La protection résultant de cet enregistrement dure vingt ans, et peut être renouvelée.

Nécrologie.

M. H. Bunel. — M. Henri Bunel, Architecte en chef de la Préfecture de Police, officier de la Légion d'Honneur, est mort à Paris, le 24 août, à l'âge de 63 ans.

Ancien élève de l'École Centrale des Arts et Manufactures, M. Bunel entra à la Préfecture de Police, en 1866, comme Architecte surnuméraire et, vingt ans après, il était nommé Architecte en chef.

Il a donc exercé pendant 17 ans les fonctions de chef de ce service, si particulier et si délicat, de la Préfecture de Police. Joignant les qualités de l'Ingénieur à celles de l'Architecte, ses avis étaient très appréciés, et pendant sa longue carrière il a rendu d'importants services à la Ville de Paris.

Ses obsèques ont été célébrées à Saint-Augustin et l'inhumation a eu lieu au cimetière Montmartre.

Varia.

Congrès international de traction (Vienne 1904). — L'Union internationale de tramways et de chemins de fer d'intérêt local organise un congrès qui aura lieu à Vienne dans la seconde quinzaine de septembre 1904.

Deux catégories de questions seront portées à l'ordre du jour :

1° Questions dites à discussion : fonds de renouvellement du matériel; contrôle des billets de correspondance; économies dans la consommation de courant des voitures; freins pour tramways électriques; protection des fils téléphoniques; emploi des remorques dans les réseaux urbains; traction électrique sur les chemins de fer d'intérêt local; superstructure de la voie pour ces chemins de fer;

2° Questions documentaires : législation des tramways dans les divers pays d'Europe; comptabilité et statistique d'exploitation; contrôle des installations électriques; emploi de voitures automotrices sur les chemins de fer d'intérêt local.

Chacune de ces questions sera l'objet d'un rapport imprimé. Des questionnaires ont été envoyés, en vue de la préparation de ces rapports, aux Sociétés de traction faisant partie de l'Union (1).

***

Nominations. — M. Beaugey, Ingénieur en chef au corps des Mines, Administrateur de l'Exploitation en régie des lignes rachetées à la Compagnie Franco-Algérienne, précédemment chef de l'Exploitation des Chemins de fer de l'Etat, puis Ingénieur en chef, a été nommé Directeur des Chemins de fer de l'Etat en remplacement de M. Metzger, décédé.

— M. Viennot, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, chargé de l'inspection spéciale du réseau des chemins de fer de l'Etat, est nommé Ingénieur en chef-adjoint au Directeur des Chemins de fer de l'Etat et désigné pour suppléer ce dernier, en cas d'absence ou d'empêchement, dans ses fonctions d'Administrateur de l'Exploitation en régie des Chemins de fer Algériens de l'Etat.

— M. Lodin, Ingénieur en chef des Mines, Professeur à l'Ecole nationale supérieure des Mines, est chargé, en outre de ses attributions actuelles, du service du contrôle de l'Exploitation technique du réseau de l'Est, en remplacement de M. Perrin, nommé Inspecteur général et chargé de la Direction du contrôle du réseau de l'Ouest.

— M. Le Grain, Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées, adjoint au Directeur des Chemins de fer de l'Etat, a été nommé Ingénieur en chef.

— M. Ferrieu, Conducteur des Ponts et Chaussées, faisant fonction d'Ingénieur à Montluçon, est nommé Ingénieur des Ponts et Chaussées.

---

(1) Les réponses à ces questionnaires doivent être adressées à M. P. Serstevens, secrétaire de l'Union internationale de tramways, 6, impasse du Parc, à Bruxelles, avant le 1er novembre 1903.

Le Gérant : H. Avoiron.

Imprimerie Chaix, rue Bergère, 20, Paris.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 20. N° 1109. Samedi 12 Septembre 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÈNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro :** 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Enseignement :** Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers. Section des métaux *(planche XX) (suite)*, p. 305; P. Breuil. — **Chemins de fer :** Les locomotives à voie étroite, p. 311; Henry Martin. — Wagon de 50 tonnes en tôle d'acier emboutie, p. 314; Ch. Dantin. — **Jurisprudence :** Détermination de la durée de la journée de travail, p. 315; Louis Rachou. — **Variétés :** Les Habitations à bon marché à l'Exposition internationale de l'Habitation, p. 316; — Manchon d'accouplement à friction et à griffes, p. 317; — Applications de l'aluminothermie à la coulée de la fonte et de l'acier, p. 317.

Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (31 août 1903), p. 318. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 318; — Ouvrages récemment parus, p. 320.

Planche XX : Machine à essayer les caoutchoucs, du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers.

ENSEIGNEMENT

LABORATOIRE D'ESSAIS
du Conservatoire des Arts et Métiers.
Section des métaux.

(Planche XX. — Suite[1].)

Machines pour essais de traction, flexion, compression, etc. — Les grosses presses que nous avons précédemment décrites ont surtout pour but d'essayer des pièces volumineuses et non pas d'établir les constantes caractéristiques des métaux. Ce rôle est réservé à des machines plus précises, car il faut avouer que le mode de mesure de l'effort développé au moyen de la pression dans le pot de presse, comme c'est le cas pour ces machines, est affecté d'erreurs qui ne peuvent satisfaire à des besoins de précision très grands. Aussi, espérons-nous avoir bientôt un dynamomètre de précision qui permettra d'évaluer exactement des pressions même de 500 tonnes.

Comme nous venons de le dire, la section des métaux possède déjà des machines de précision qui sont en mesure de déterminer les constantes mécaniques des métaux et alliages employés dans l'industrie, par les essais ordinairement en usage, de traction, de compression, de flexion, et enfin de torsion soit par sollicitations lentes, soit par sollicitations vives (choc). Nous allons décrire succinctement les machines dont dispose la section des métaux pour effectuer ces essais.

Essais de traction. — La grande machine universelle de 300 tonnes,

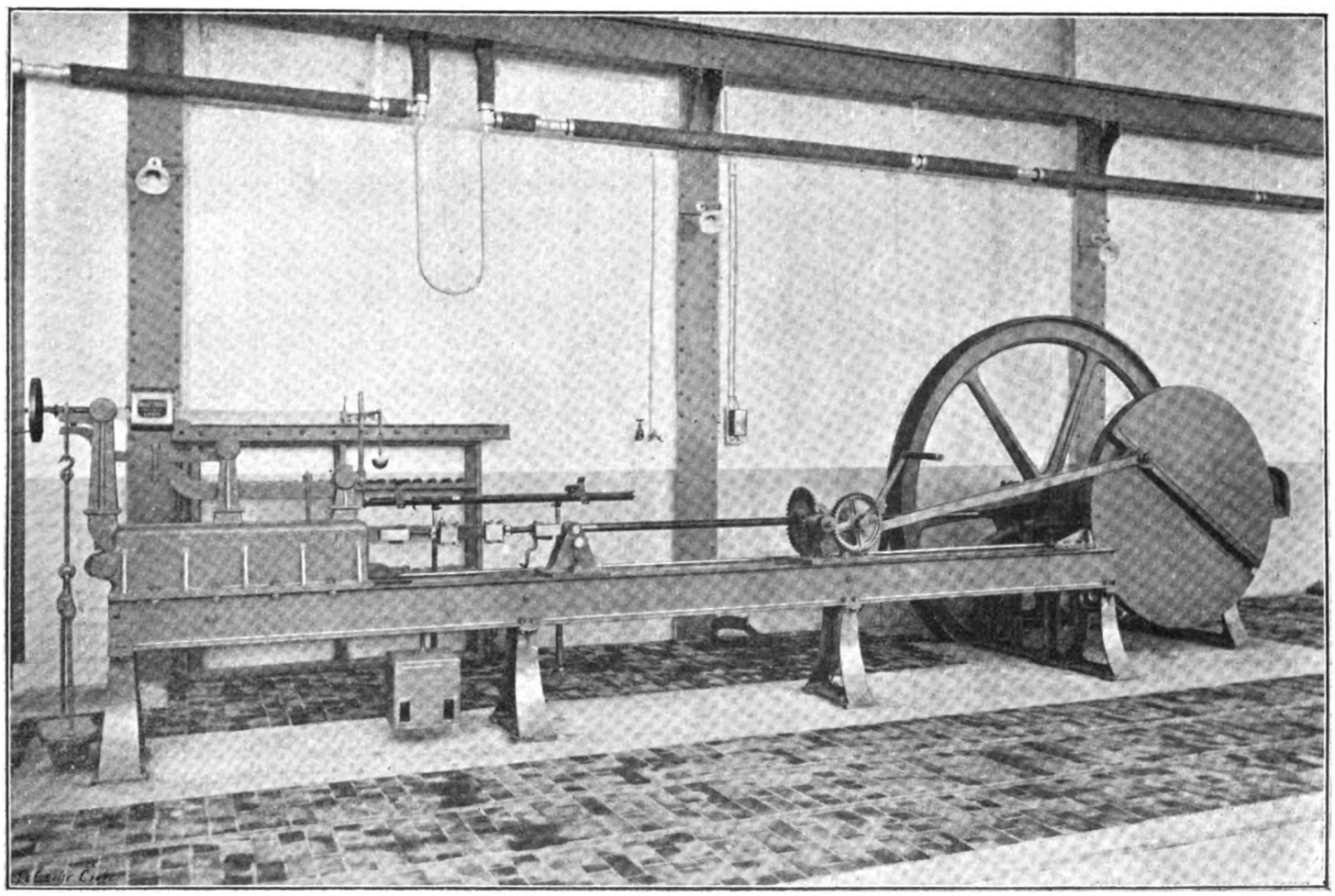


Fig. 1. — Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers : Machine Falcot à essayer les caoutchoucs.

qui sera installée l'année prochaine au Laboratoire, permettra d'essayer à la traction des pièces ayant jusqu'à 25 mètres de longueur avec un encombrement transversal de 1 mètre × 1 mètre. Sa description nous entraînerait trop loin; elle fera plus tard l'objet d'une étude détaillée.

Disons cependant que nous nous sommes astreints à en faire un outil maniable sans difficultés et qu'un seul homme suffira pour la conduire. Elle sera munie d'enregistreurs qui, pendant le cours de

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 19, p. 289.

Digitized by Google

l'essai, et quelles que soient les dimensions des pièces, inscriront un diagramme donnant les déformations en fonction des efforts qui les produisent.

On pourra aussi essayer avec cette machine des petites éprouvettes ordinaires, et sa sensibilité sera très grande (20 kilogr. par exemple feront sentir leur influence sur la balance). On pourra expérimenter les plus grandes pièces connues (tout au moins jusqu'à 300 tonnes), grâce à un outillage convenablement établi et qui variera suivant les cas.

Machine verticale système Trayvou (fig. 2). — Cette petite machine verticale permet de développer des efforts de 25 000 kilogr.; elle est suffisamment répandue dans l'industrie pour qu'il soit inutile de la décrire en détail. Il suffira de dire que l'effort est produit sur l'éprouvette au moyen d'une vis guidée qui peut monter ou descendre grâce à un train d'engrenages actionné par un moteur électrique. L'effort est mesuré au moyen d'une balance à fléau, graduée en tonnes, sur laquelle on peut déplacer un poids curseur de 25 kilogr., en commandant la vis sur laquelle ce poids est monté par un volant dont chaque division de la graduation correspond à 10 kilogr. Cette machine porte également sur un de ses leviers un prolongement qui vient agir, par l'intermédiaire d'une tringle de tirage, sur une balance

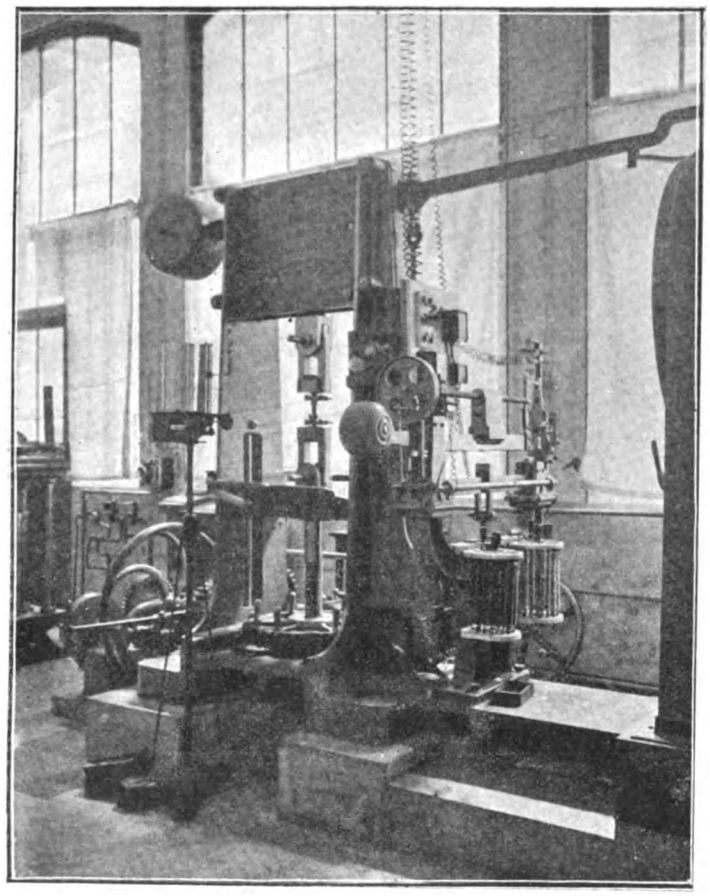


Fig. 2. — Machine Trayvou disposée pour un essai de traction.

à pendule munie d'une aiguille indicatrice. Cette deuxième balance peut suppléer à la première en cas d'avarie; elle ne peut supporter que 10 tonnes. Nous avons pu nous en servir pour tarer rigoureusement la machine à chaque instant.

Cette machine permet de faire des essais de compression au moyen d'un appareil de réversion qui s'y adapte; elle peut également être utilisée pour des essais de flexion en y installant une poutre de flexion et un couteau. Sa course maximum est de 700 millimètres; elle possède un outillage complet pour saisir des barreaux ronds ou plats, lisses ou filetés, à épaulements ou à œils. Elle peut servir à la mesure précise de la limite d'élasticité proportionnelle, et à la traction, au moyen d'un élasticimètre système Néel et Clermont, qui permet d'apprécier des allongements de $^1/_{500}$ de millimètre avec précision.

Nous avons fait l'acquisition, pour cette machine, d'un dispositif d'enregistreur automatique du type Delaloe.

Il n'est pas facile de faire l'enregistrement des courbes de traction, compression ou flexion, avec les machines à leviers. Tout récemment, M. Mesnager a donné une solution très élégante de ce problème, mais nous avions déjà adopté le dispositif de M. Delaloe qui, d'ailleurs, s'est bien comporté. Ce dispositif (fig. 3) trace sur un tambour enregistreur une courbe dont les abscisses sont les déformations et dont les ordonnées (génératrices du tambour) sont les efforts correspondants.

La déformation du barreau est transmise au tambour enregistreur au moyen de fils de bronze tendus constamment par un contrepoids; deux fils sont attachés sur deux pinces fixées soit sur le barreau (cas de la traction), soit sur les sommiers, (cas de la compression), et tendus bien parallèlement à l'axe de traction de la machine: ils passent sur deux poulies E montées folles sur un axe vertical. Entre deux pignons solidaires de ces deux poulies, roule un pignon à mouvement planétaire F claveté sur l'arbre qui entraine le tambour enregistreur. On

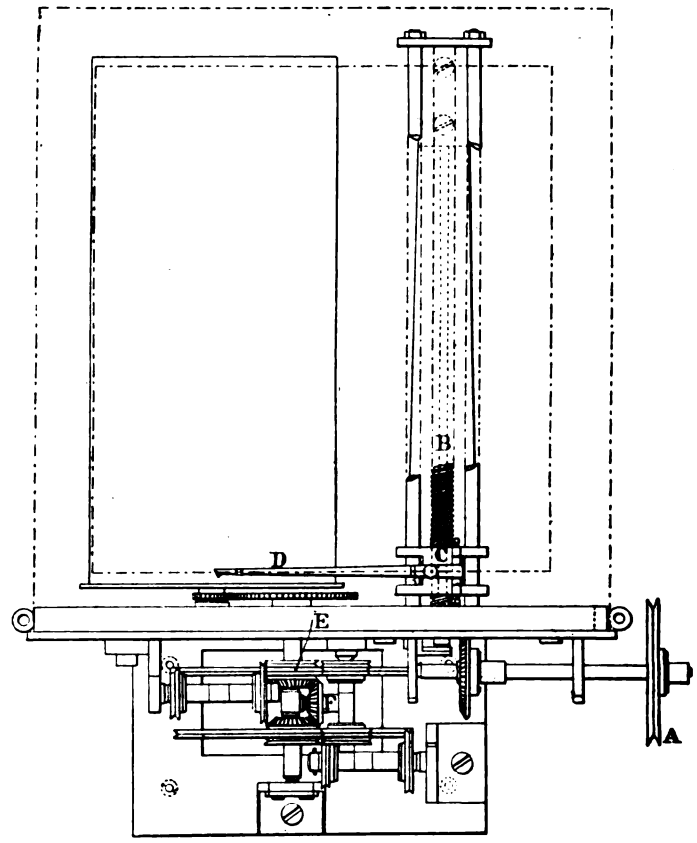


Fig. 3. — Enregistreur Richard pour machine Trayvou.

réalise, au moyen d'une disposition convenable des fils, un mouvement différentiel et l'on n'enregistre que la variation de distance entre les pinces fixées sur l'éprouvette, à l'exclusion de tous glissements de celle-ci dans les coins d'amarrage.

Les efforts sont transmis par la rotation de la vis d'entraînement du poids curseur de la balance, au moyen d'une cordelette, à une vis verticale B située près du cylindre, et sur laquelle monte ou descend un écrou C, guidé convenablement et portant la plume traceuse.

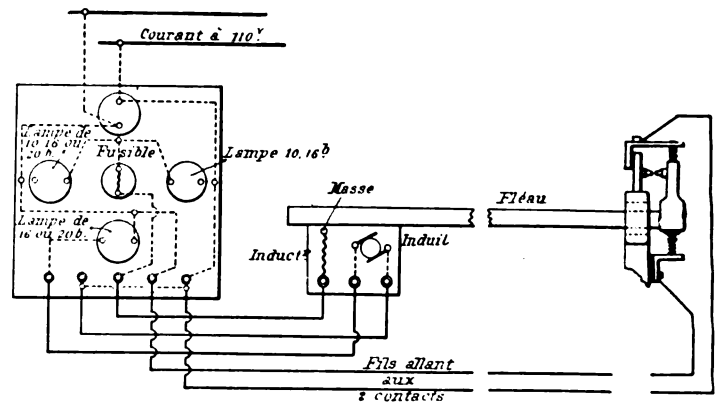


Fig. 4. — Schéma des circuits du servo-moteur Delaloe.

Pour faire manœuvrer le poids curseur automatiquement, nous avons utilisé le mouvement même de la bascule. Quand l'effort exercé sur l'éprouvette fait rompre l'équilibre et oblige le fléau à se lever ou à s'abaisser, ce fléau vient commuter le courant dans les inducteurs d'un petit moteur monté sur le fléau, et qui vient agir sur la vis du poids curseur. Cette vis, mise en mouvement par ce petit moteur, fait donc avancer ou reculer le poids et rétablit l'équilibre. Il existe deux contacts entre lesquels le fléau oscille. Le petit moteur est muni d'un frein qui vient s'appliquer dans son induit lorsque le courant des électros est interrompu, de façon à atténuer les lancés.

La grande difficulté consistait en ce que nous avons tenu à alimenter le petit moteur sous 110 volts et à le faire démarrer pour peu que l'équilibre fût rompu; cela nous obligeait, au début, à rapprocher

Digitized by Google

les contacts, et nous avons eu des courts-circuits en les rapprochant par trop l'un de l'autre. Nous avons, à la suite de cet inconvénient, amplifié dix fois le déplacement de l'extrémité de la balance, de façon à faire l'interruption du circuit sans avaries, tout en conservant la sensibilité voulue à la balance. Ce petit commutateur amplificateur interrompt le circuit sur des godets à mercure.

Ainsi monté, l'appareil, qui nous paraît assez nouveau, fonctionne avec une grande sensibilité (20 kilogr. sont suffisants pour faire établir le contact dans un sens ou dans l'autre); le petit moteur se freine sans dépasser l'équilibre de plus de 40 kilogr. et on peut tracer le diagramme des essais sans toucher à la machine.

Ajoutons que cette machine d'essai est entraînée par un moteur à courant continu alimenté sous 440 volts, fourni par la Société Gramme. L'opérateur a sous sa main le rhéostat de démarrage et celui de champ magnétique de ce moteur, ainsi que le petit tableau de distribution sur lequel sont placés les plombs et le commutateur du moteur.

Le schéma de la figure 4 représente le montage des circuits du petit moteur de la balance; on pourra remarquer que de simples lampes à incandescence de puissance variée suffisent pour changer la vitesse du moteur. Cet enregistreur a été construit par la maison Jules Richard, de Paris.

Ce manomètre est différentiel; le grand piston n'a pas de cuir ni de diaphragme et, pour éviter les frottements, on fait subir à l'ensemble des deux pistons un mouvement de rotation dans un plan horizontal (mouvement dit louvoyant) entre deux positions différant entre elles d'un petit angle. Ce mouvement est obtenu au moyen d'un petit moteur électrique logé dans le socle du manomètre.

Un deuxième manomètre est adapté à la machine. C'est un manomètre enregistreur métallique Richard qui porte en ordonnées, sur un tambour, les pressions et, par suite, les efforts supportés par l'éprouvette; un dispositif de fils en bronze, solidaires des éprouvettes, actionne un mouvement différentiel, analogue à celui de la machine Trayvou, et porte les déformations en abscisses.

Cette machine est très commode; elle peut développer des efforts de 50 tonnes. Sa colonne mercurielle, divisée en centimètres, a 3 mètres de hauteur. On peut la tarer à chaque instant, et c'est dans ce but que les deux pistons ont la même section. Pour ce tarage on peut opérer de la manière suivante :

Essayons une pièce à la traction et soit P la charge qu'elle supporte. Si l'on relève la pression π_1 dans le cylindre tracteur et si S est la surface de piston, il est évident que l'effort total développé dans ce cylindre sera $\pi_1 S$ et sera plus grand que l'effort P, car il faut compter

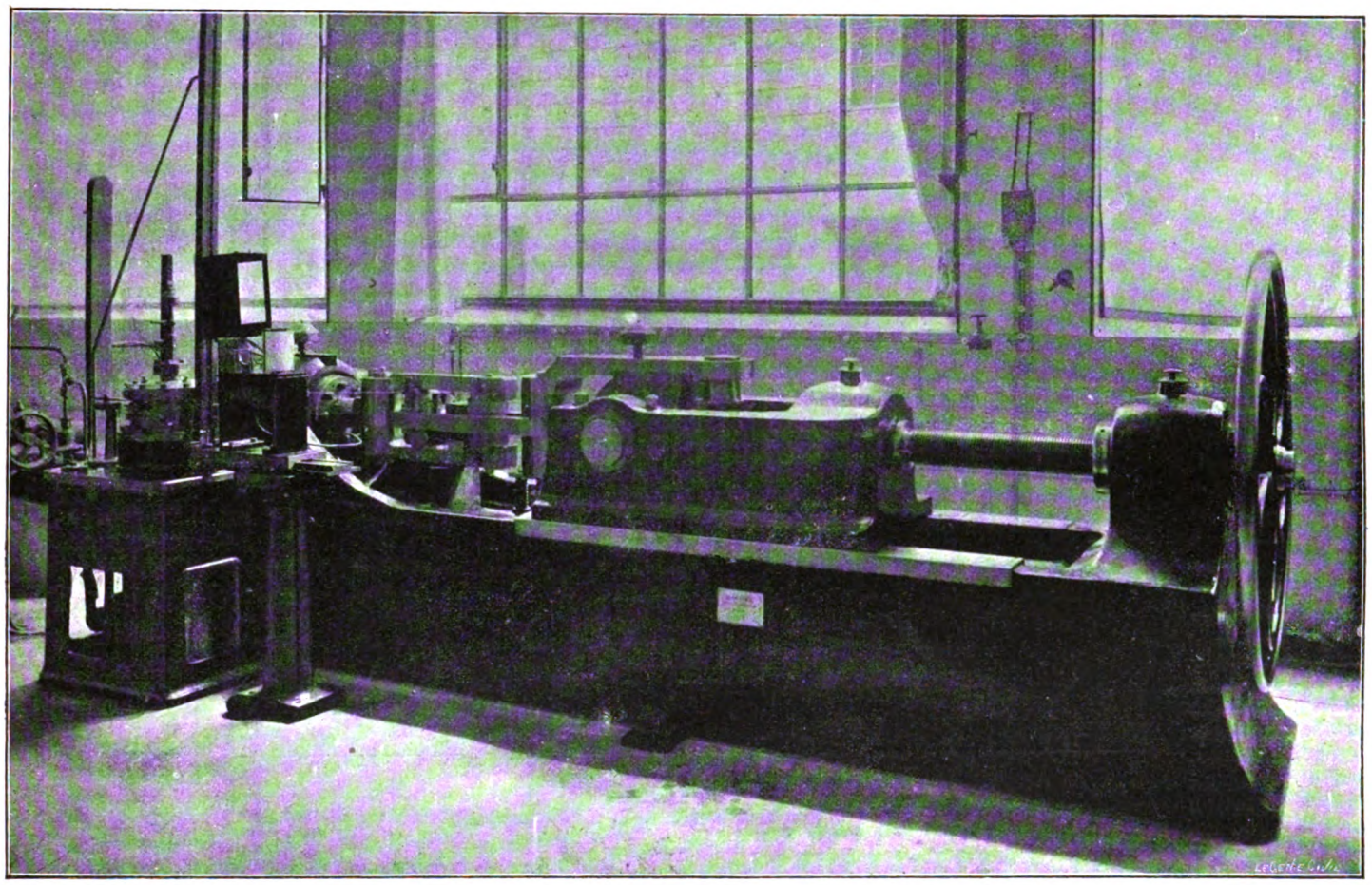


Fig. 5. — Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers : Machine, système Maillard, disposée pour des essais de flexion.

Machine système Maillard (fig. 5). — C'est une machine horizontale, que l'atelier d'artillerie de Puteaux, sous la direction du colonel Hartmann, l'un des fondateurs du Laboratoire, a construite pour nous, avec un soin tout particulier. Elle se différencie de la précédente par bien des points. D'une part l'appareil qui engendre les efforts sur les éprouvettes est un cylindre hydraulique alimenté par de l'eau sous pression (160 kilogr. par centimètre carré au maximum); et l'une des mordaches est attachée au piston de ce cylindre. D'autre part, l'effort produit est transmis par l'éprouvette à un piston logé dans un deuxième cylindre hydraulique où la pression de l'eau est mesurée au moyen d'un manomètre. La surface active des deux pistons est la même, on en verra la raison plus loin.

Le deuxième cylindre est monté sur un chariot qui peut être déplacé au moyen d'une longue vis actionnée par un volant à main. Cette vis permet de mettre aisément les éprouvettes en place dans les mordaches.

Les deux cylindres sont montés sur des tourillons et l'on a, de cette manière, un ensemble mécanique à centrage parfait. L'amenée de l'eau aux deux cylindres se fait par leurs tourillons. Deux robinets à pointeau sont montés sur ces tourillons : l'un admet l'eau dans le cylindre, l'autre peut mettre le cylindre en communication avec le manomètre.

avec les efforts de frottement dus au cuir; or on ne connaît pas ces derniers efforts, appelons-les x_1; on posera donc :

$$\pi_1 S - x_1 = P.$$

Mais cet effort P est transmis au deuxième cylindre, de même section S que le premier, qui aura produit aussi des frottements x_2 et il est évident qu'on doit poser, si π_2 est la pression relevée dans ce cylindre :

$$P = \pi_2 S + x_2,$$

on a donc $$\pi_1 S - x_1 = \pi_2 S + x_2$$

ou $$(\pi_1 - \pi_2) S = x_2 + x_1.$$

Mais les deux pistons ayant même surface active et les pressions π_1 et π_2 étant très peu différentes, on peut admettre que les frottements x_1 et x_2 sont égaux; par suite, on a :

$$x_2 + x_1 = 2 x_2$$

d'où $$(\pi_1 - \pi_2) S = 2 x_2$$

et $$x_2 = \frac{\pi_1 - \pi_2}{2} S.$$

Comme on le voit, il suffit, quand on a tendu l'éprouvette, de mettre successivement en communication les deux cylindres avec le manomètre et de faire la différence des deux lectures pour avoir les

Digitized by Google

frottements des cuirs, pour des pressions π_2 variables tout le long de l'échelle. On dresse un tableau des erreurs provenant de ces frottements et on en tient compte dans les essais.

Cette machine diffère de la véritable machine Maillard, dans laquelle le cylindre qui sert à mesurer la pression est fermé par un diaphragme sur lequel appuie le piston, en ce que ce diaphragme est supprimé et que le deuxième piston comporte un cuir.

La machine de la section des métaux peut être desservie, soit par l'accumulateur, soit par le compresseur de 160 atmosphères, que l'atelier d'artillerie de Puteaux a construit ; elle possède l'outillage nécessaire pour faire des essais de compression, de traction et de flexion, et l'enregistrement est possible dans chaque cas.

Comme autre particularité, cette machine offre celle de n'avoir pas besoin de fondations; en effet sa base est très large et son bâti très puissant; tous les efforts sont facilement supportés par le bâti, et le sol sur lequel repose cette machine n'a que son poids à supporter ; il est vrai qu'il dépasse 8 000 kilogrammes.

Machines système Fremont (fig. 6). — La section des métaux possède deux machines du système Fremont ; l'une sert à des essais de traction, l'autre est une poinçonneuse-plieuse-cisailleuse. Ces machines sont toutes deux munies du dispositif d'enregistrement si ingénieux imaginé par M. Fremont. Disons, en quelques mots, en quoi il consiste : les déformations des éprouvettes sont, comme à l'ordinaire, transmises à un tambour tournant ou à une planchette glissant sur deux guides au moyen de fils passant sur des poulies de renvoi. Ce qui distingue ce genre d'enregistreur c'est le dispositif employé pour la mesure des efforts développés par la machine. M. Fremont a admis, ce qui est très près de la vérité, que le bâti de la machine subit, du fait des efforts développés dans celle-ci, des déformations élastiques, qui sont proportionnelles à ces efforts. En mesurant les déformations élastiques, après les avoir convenablement amplifiées, bien entendu, on mesure donc les efforts supportés par les éprouvettes. Cette idée très ingénieuse a ouvert un champ nouveau aux essais des machines et a permis à M. Fremont de voir clair dans les phénomènes peu connus du cisaillage, du poinçonnage, etc.

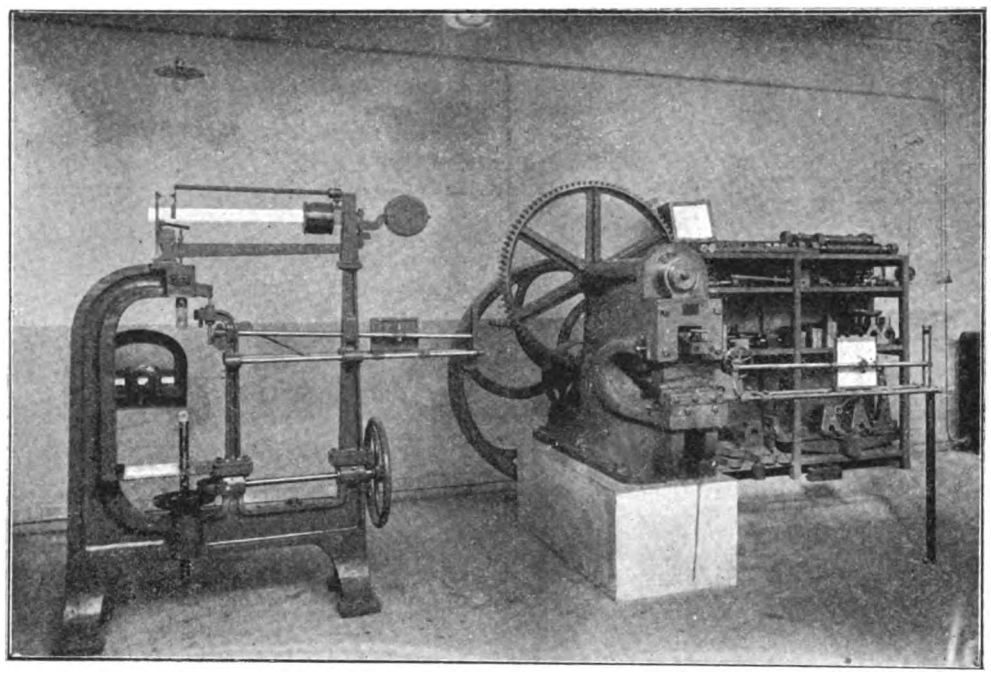


FIG. 6. — Machines système Fremont.
(A gauche, machine de traction ; à droite, cisailleuse-poinçonneuse-plieuse.)

La machine de traction (à gauche, fig. 6) a son axe de traction vertical; elle a une puissance de 2 500 kilogr. Nous la réservons aux essais de petites éprouvettes métalliques, petits câbles, courroies, etc. Elle possède d'ailleurs une balance avec deux curseurs, l'un pour les centaines de kilogrammes, l'autre pour les kilogrammes. Son bâti, en forme de C, a été étudié dans le but d'avoir des flexions assez notables. Nous avons vérifié expérimentalement son fonctionnement; il était très bon. Le levier amplifie une soixantaine de fois les flexions du bâti et donne en ordonnées, sur la planchette enregistreuse, 25 millimètres par tonne d'effort.

La cisailleuse (à droite, fig. 6) possède un enregistreur absolument analogue. Ce sont les flexions du bâti en forme de C qu'on enregistre pour mesurer les efforts développés; la coupe de la pièce est donnée à chaque instant par la quantité dont a baissé la lame supérieure de la cisaille, quantité qui est amplifiée trois fois et traduite par un déplacement de la planchette. Il est facile de concevoir un agencement convenable pour faire des trous par poinçonnage ou pour fléchir de petits barreaux.

AUTRES MACHINES, — La section des métaux possède une machine verticale imaginée par M. Vuaillet pour la traction des fils, dont la puissance est de 500 kilogr. ; elle a comme organe de mesure un fléau qui se charge automatiquement par la tension d'un ressort à boudin accroché à son extrémité. Un enregistreur est également monté sur cette machine.

Dynamomètre Perreaux. — Cet appareil est trop connu pour qu'il soit utile de le décrire ; il consiste, comme on le sait, en une petite machine destinée aux essais de tissus, fils, etc. ; l'organe tracteur est une vis, l'organe de mesure un ressort à pincettes. Sa puissance est de 500 kilogrammes.

Appareil Monge. — Cet appareil est destiné à l'essai à la flexion des barreaux carrés de fonte ; le barreau est placé entre deux couteaux et prolongé par un levier au bout duquel on suspend une bâche à eau qui peut contenir 150 litres. Le barreau en fonte ainsi fléchi en porte à faux est chargé graduellement par l'arrivée du liquide dans la bâche. Celle-ci est jaugée au préalable; il suffit donc de lire un niveau pour connaître le poids qui amène la rupture du barreau. Cet appareil a été construit par la maison Falcot frères, de Lyon.

Machine Tangye. — C'est une ancienne machine avec laquelle le général Morin et M. Tresca ont pu faire des recherches qui, encore aujourd'hui, ont conservé un certain intérêt. Sa commande est hydraulique; la mesure de l'effort se fait au moyen d'une balance dont le fléau est gradué en 50 kilogr. Le poids curseur amené à l'extrémité du fléau équilibre 2 500 kilogr. ; il est possible de suspendre à l'extrémité de ce fléau une plaque de fonte qui fasse également équilibre à 2 500 kilogr., et de ramener le poids curseur au zéro, et on a de nouveau toute la graduation du fléau à sa disposition pour une nouvelle variation de charge de 2 500 kilogr. On peut opérer ainsi jusqu'à 25 000 kilogr.

Cette machine ne nous servira que rarement, les précédentes étant plus perfectionnées et plus commodes; cependant elle offre comme avantage d'avoir un banc assez long (3 mètres) et de permettre ainsi l'essai de cordages, et des corps qui s'allongent beaucoup avant leur rupture.

Machine de torsion d'Amsler-Laffon (fig. 7). — Les métaux sont assez souvent soumis à des efforts composés : efforts de traction et torsion combinés (ressorts), ou de flexion et torsion (arbres, essieux) ou simplement à des efforts de torsion seuls. La section des métaux ne pouvait donc se désintéresser des mécanismes qui permettent ce genre d'essais. Elle a fait l'acquisition d'une petite machine de torsion qui a été construite par la maison Amsler-Laffon, de Schaffhouse.

Cette machine comprend un train d'engrenages qui fait tourner une mordache dans laquelle on amarre une des extrémités des fils à essayer; l'autre extrémité des fils est attachée dans une mordache identique à la première, mais solidaire, grâce à un axe horizontal monté sur billes, d'un pendule vertical qui porte deux contrepoids à son extrémité inférieure.

Sous l'effet de la torsion du fil, provoquée par la rotation du train d'engrenages, le pendule dévie plus ou moins de sa position verticale et entraîne par son extrémité supérieure un traçoir qui inscrit les déviations du pendule suivant les génératrices d'un tambour enregistreur. La rotation du tambour est proportionnelle à la rotation de l'extrémité du fil amarrée au train d'engrenages. Il est donc possible d'enregistrer les couples de torsion en fonction des angles de torsion.

Le pendule est placé sur un petit chariot qui se déplace sur le bâti de la machine et qui peut être tendu au moyen d'un levier coudé chargé d'un contrepoids. Ce dernier agencement est indispensable pour éviter les flambages du fil qui sont la conséquence de sa torsion et qui se produiraient inévitablement si on ne le tendait pas constamment pendant l'essai.

Cette petite machine est munie d'un levier et d'un plateau de tarage ; l'opération du tarage, qui se fait avec des poids marqués, demande environ dix minutes. On voit qu'on peut, en tout temps, vérifier si la machine a varié. Elle peut tordre des barrettes ayant jusqu'à 8 millimètres de diamètre, et des tôles minces de 20 millimètres de largeur sur quelques millimètres d'épaisseur. Le moment maximum de torsion de la machine est de 8 kilogrammètres ; elle est surtout destinée à l'essai des fils métalliques.

Digitized by Google

Les essais de torsion sur de grosses pièces pourront être exécutés dès que la grande machine universelle de 300 tonnes sera installée; les pièces pourront avoir 60 millimètres d'épaisseur et 1 mètre de longueur.

Machine à mouvements alternatifs de Falcot (fig. 1 du texte et fig. 1 et 2, pl. XX). — La section des métaux ne s'occupe pas exclusivement des métaux ; elle doit aussi procéder aux essais mécaniques sur les cordages, sur les courroies de tous genres, les tissus et les caoutchoucs de toute nature. Il nous a semblé indispensable de pouvoir disposer d'une machine qui, d'une part, permît de répondre aux demandes des industriels en ce qui concerne ces diverses matières, d'autre part, qui offrît assez d'élasticité dans son fonctionnement pour nous permettre d'étudier ces corps méthodiquement.

Pour essayer les caoutchoucs, on leur fait subir des élongations réitérées, après les avoir soumis au préalable à une extension permanente. C'est ce que la machine en question, d'une puissance de 4 tonnes, réalisera avec facilité. Elle consiste, en effet, en deux machines combinées dont l'une est une machine de traction ordinaire, horizontale, avec balance à leviers et poids curseur, et mordaches à talons, etc; l'appareil tracteur est constitué par un train d'engrenages commandé à la main et qui agit sur une vis portant la mâchoire de traction. Bien entendu on peut, grâce à ces appareils réversibles, transformer, quand le besoin s'en fait sentir, la machine en machine de compression. Nous signalerons également, en passant, que le poids curseur du fléau est commandé par un volant fixe qui agit sur la vis d'entraînement de ce poids, au moyen d'un joint à la cardan; toute

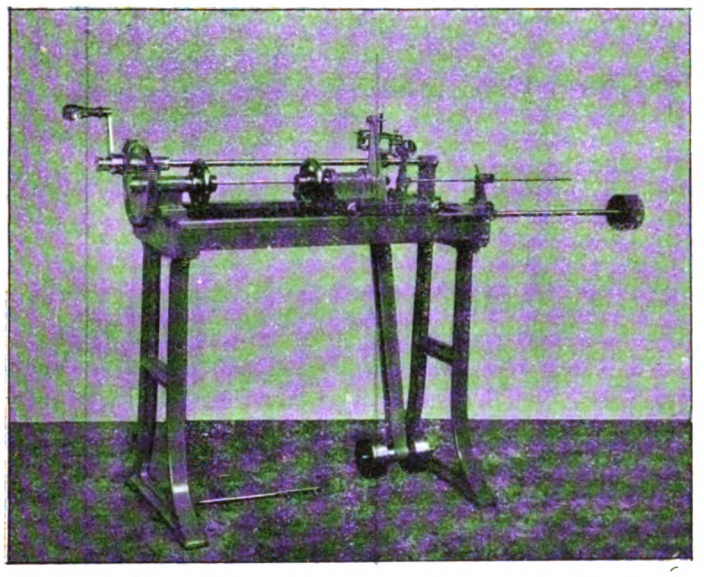


FIG. 7. — Machine de torsion Amsler-Laffon.

oscillation intempestive, due à la main de l'opérateur, est ainsi complètement évitée. C'est là, d'ailleurs, une des particularités caractéristiques des balances de la maison Falcot frères.

Le train d'engrenages tracteur, au lieu d'être immuablement fixe, comme dans les machines de traction ordinaires, est monté sur un coulisseau (fig. 1, pl. XX) qu'on peut ou non bloquer sur le banc de traction de la machine. Si le coulisseau est libre, comme il est attelé d'une double bielle *b* qu'un excentrique commande, il est possible de le faire avancer et reculer d'une quantité déterminée sur le banc, en mettant l'excentrique en rotation. C'est ce qu'on réalise au moyen d'un arbre au bout duquel est claveté le plateau-excentrique, et qu'un moteur électrique actionne. L'excentricité maximum est de 70 centimètres, de sorte qu'on peut faire déplacer le coulisseau porte-engrenages de 1m 40.

Signalons que la machine est munie d'un compteur automatique des oscillations et d'un débrayage automatique qui vient faire arrêter ce compteur dès que les pièces sont rompues (pl. XX). Lorsque la pièce se rompt, la mordache qui est en relation avec la vis de traction tombe par son propre poids et vient heurter, par l'intermédiaire d'un doigt, une tringle située le long du banc de la machine. Au bout de cette tringle est fixée la queue de la barre d'un petit excentrique qui met en action le compteur de tours. La tringle en basculant libère cette barre et le compteur de tours s'arrête.

Le moteur électrique de 10 chevaux sous 440 volts qui conduit cette machine a été construit par la Société Gramme, de Paris, et offre une particularité intéressante : c'est que sa vitesse peut varier dans le rapport de 1 à 6; ce résultat est obtenu en faisant varier la réluctance de son champ magnétique. Pour cela les pièces polaires sont montées mobiles et se déplacent parallèlement à l'axe de l'induit, augmentant ainsi l'entrefer et réalisant la variation de vitesse cherchée. On s'étonnera peut-être que nous ayons adopté une commande de ce genre; la raison en est que nous avons en vue des études complètes sur le caoutchouc, les cordages, etc., au point de vue des sollicitations rythmées et de l'influence que peut avoir la vitesse du rythme sur les propriétés mécaniques de ces corps.

Cette machine permettra aussi d'effectuer des essais d'oscillation de tuyaux en caoutchouc (boyaux de freins); elle a près d'elle : de l'air comprimé, du gaz, de l'électricité, pour parer à tous ses besoins. Il nous sera possible d'entreprendre avec elle les essais dont il vient d'être question, soit à de hautes, soit à de basses températures. Tout est à faire dans ce domaine et nous nous efforcerons d'y apporter un peu de lumière. La machine est très commode pour l'essai des cordages, à cause de son grand bâti. Le moteur qui vient d'être décrit commande une transmission intermédiaire dont l'arbre traverse le mur séparant les deux salles de la section, et peut venir commander les machines de cette deuxième salle.

Moutons de choc. — Nous ne nous étendrons pas longtemps sur ces appareils. L'un d'eux est constitué par un ancien mouton de 50 kilogr., destiné à des essais d'estampage; ce mouton peut être soulevé jusqu'à 1 mètre au moyen d'une transmission. Le deuxième appareil, qui n'est pas encore complètement installé, comprend : une chabotte de 1 200 kilogr. en fonte, solidement fixée à un massif en maçonnerie, et deux rails parallèles de 5m 825 de hauteur scellés au mur, et distants de 110 millimètres, qui laisseront coulisser des poids variés atteignant jusqu'à 50 kilogr. Une coupure a été faite dans le bas de ces montants de façon à permettre l'introduction et la fixation à la chabotte de pièces de grandes dimensions dans tous les sens; d'ailleurs la chabotte est

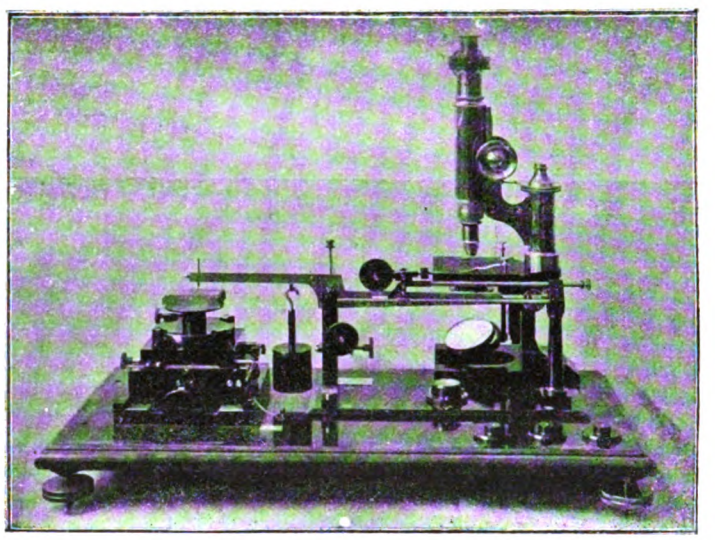


FIG. 8. — Scléromètre Martens.

très longue et permettra de faire des essais de choc par flexion sur des pièces ayant jusqu'à 1 mètre entre appuis.

Les essais au choc sont très en faveur à l'heure actuelle et avec raison. Tout l'outillage de précision nécessaire pour ces essais a été confié à la maison Falcot et Jacquesson, de Soissons. Nous pourrons, avec lui, procéder à des essais absolument scientifiques qui porteront sur les divers genres de sollicitations vives connues (traction, flexion en porte à faux ou sur deux appuis, compression, etc.); nous déterminerons les efforts supportés à chaque instant par les éprouvettes, leurs déformations réelles, leurs travaux en kilogrammètres, etc. Cette installation fera l'objet d'une communication ultérieure. Avec ce mouton, nous pouvons cependant déjà procéder aux essais courants de l'industrie, et nous disposons, en outre, d'une chabotte spéciale pour l'essai au choc sur barreau encastré, tel qu'il est préconisé par l'artillerie de marine, et d'une série d'enclumes et de touches pour les essais de rivets au choc.

APPAREILS DE MESURE ET PETIT OUTILLAGE DE LA SECTION DES MÉTAUX. — La section des métaux possède pour faire ses mesures, en outre des compas, niveaux, règles, etc. ordinaires, et de ses enregistreurs déjà décrits, toute une série d'instruments que nous allons énumérer :

1° Un élasticimètre, système Néel et Clermont, pour la mesure exacte de l'élasticité des barrettes d'essai. C'est un excellent instrument amplificateur des déformations, qui permet d'apprécier et d'enregistrer le $^1/_{500}$ et au besoin le $^1/_{1000}$ de millimètre. Nous n'en décrirons pas le principe, cela nous mènerait trop loin;

2° Des jauges de précision;

3° Des appareils à rouleaux de Bauschinger qui permettent d'apprécier le $^1/_{200}$ de millimètre;

4° Des machines pour la mesure de l'allongement des cordages, câbles métalliques, etc., qui ne peut être faite comme pour les métaux, c'est-à-dire en rapprochant les bouts rompus des témoins. La section

Digitized by Google

a fait construire par la maison Jaeggé, de Paris, un appareil qui permet de lire ces allongements à un quart de millimètre près. Cet appareil est constitué par une règle creuse dans la rainure de laquelle est maintenue une vis; sur cette vis se déplacent deux coulisseaux portant chacun deux viseurs avec un réticule; le deuxième coulisseau n'est engrené avec la vis qu'autant qu'on empêche de tourner une petite vis tangente qu'il porte avec lui. On réalise ainsi un dispositif analogue à celui des cathétomètres, c'est-à-dire qu'on peut déplacer les deux viseurs simultanément ou l'un par rapport à l'autre. Si donc on vise deux repères tracés sur le cordage avec ces deux viseurs et qu'on suive ces repères, grâce à la construction de l'appareil, on ne notera sur le tambour du deuxième viseur que la variation de distance de ces deux repères et cela jusqu'à la rupture. L'écartement maximum des repères peut être de 1 mètre.

Cet appareil est fixé sur deux pieds démontables et peut être déplacé à volonté. Il a été imaginé par la Compagnie P.-L.-M. et il est d'un fonctionnement excellent;

5° Des appareils Manet et des appareils Rabut pour l'expérimentation des ponts en fer ou des planchers métalliques. Ces appareils sont trop connus pour qu'il soit utile d'en parler autrement ici;

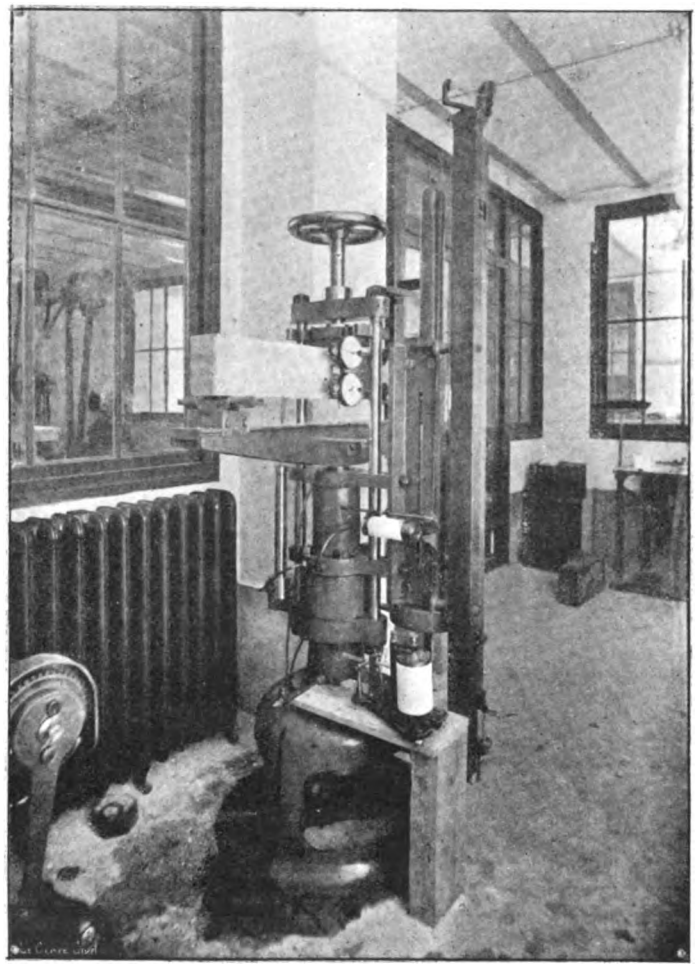


FIG. 9. — Machine hydraulique Amsler-Laffon, de 5 tonnes.

6° Enfin, un assortiment assez complet de pièces pour l'amarrage des barreaux ou témoins variés: coins pour les barreaux ronds ou méplats, à têtes lisses ou filetées, à œils ou à épaulements; cosses d'amarrage variées pour câbles et cordages ayant jusqu'à 60 millimètres de diamètre; bielles pour les chaînes, cônes pour les câbles métalliques, etc.

Il y a, en outre, tout l'outillage de forge nécessaire aux essais de fendage, de pliage, d'emboutissage à froid ou à chaud sur de petits échantillons, etc.

Comme outils de précision, nous citerons encore un scléromètre système Martens (fig. 8), qui appartient à la section des matériaux de construction, mais dont nous pourrons disposer. Cet appareil sert à déterminer la dureté des métaux par la méthode du striage. Il consiste en un petit levier droit, monté sur couteau; à l'une des extrémités du levier est fixé un petit diamant angulaire qui peut être appliqué plus ou moins fortement sur la pièce à essayer par suite du déplacement d'un poids curseur qui se meut sur l'autre bras du levier. Le métal à essayer est placé sur une petite table montée sur une articulation sphérique, et l'on fait tracer une rayure sur le métal, en manœuvrant la table sous le diamant. On mesure au microscope la largeur de cette rayure; cette largeur est exprimée en fonction du poids et qualifie la dureté du corps.

Nous ne donnons qu'une idée de ce mode d'expérimentation qui exige beaucoup d'autres précautions; il y a d'ailleurs d'autres manières d'opérer.

La section n'aura garde d'oublier, d'ailleurs, la méthode de Brinell pour les mesures de dureté.

Il sera possible, d'autre part, de faire des mesures de dimensions avec une haute précision grâce à un appareil palpeur de Bauschinger que possède la section des matériaux.

Nous pourrons aussi utiliser pour certains essais les deux machines Amsler-Laffon qui appartiennent à la section des matériaux de construction. L'une de ces machines a une puissance de 5 tonnes, l'autre de 30 tonnes. Le principe de ces appareils est le même. Ce sont des presses hydrauliques à l'huile de ricin.

La mesure de l'effort développé par ces presses sur les éprouvettes se fait au moyen d'un manomètre différentiel monté sur le même bâti que le pot de presse; les deux cylindres à haute et à basse pression ont le même axe. Ce mode de mesure serait affecté d'erreurs si M. Amsler n'avait pris la précaution de supprimer les cuirs de ses pistons, et cela est possible grâce à la grande viscosité du liquide et au long guidage des pistons. Les fuites de liquide sont faibles et les pistons flottent pour ainsi dire dans une gaine liquide lubrifiante qui rend les frottements insignifiants.

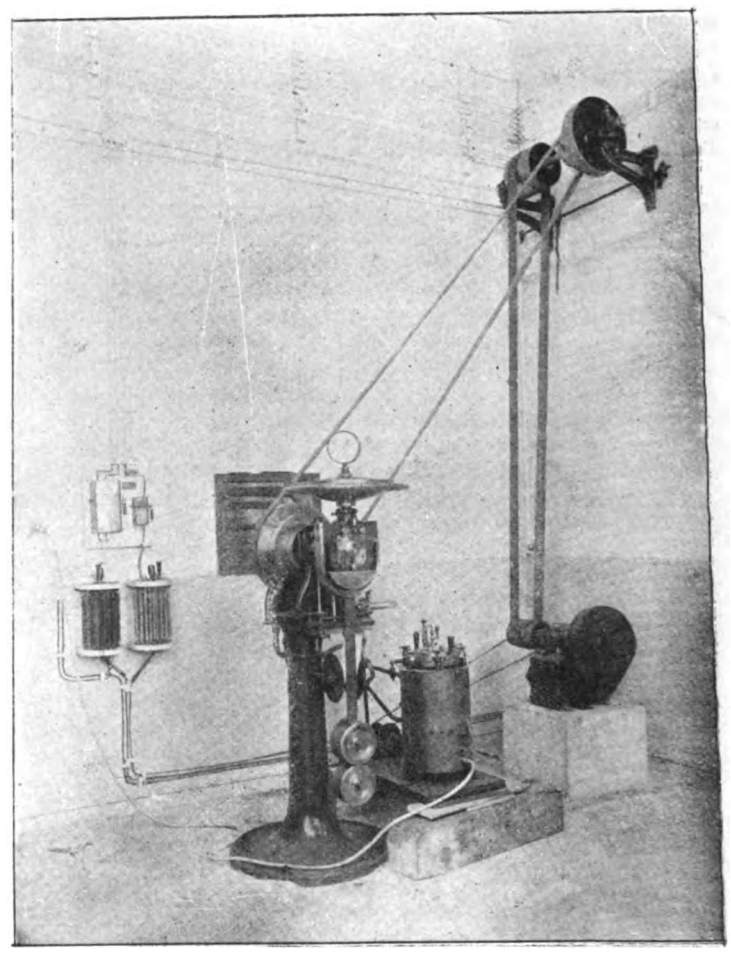


FIG. 10. — Machine à essayer les huiles (système Martens).

Ces machines possèdent d'ailleurs un mécanisme qui permet de changer le rapport de réduction du manomètre et qui leur confère une double sensibilité. Les échelles manométriques portent une double graduation correspondant à ces deux systèmes. Pour la petite presse les échelles sont établies pour 1 000 et 5 000 kilogr.; pour la grande, elles le sont pour 7 000 et 30 000 kilogr. Une petite pompe à main rend les manœuvres de changement d'échelles très faciles.

La petite presse (fig. 9) porte sur son piston une poutre sur laquelle on peut déplacer deux appuis de flexion qui peuvent être écartés jusqu'à 1 mètre l'un de l'autre. Il est possible, avec cette poutre de flexion, de faire des essais sur des barreaux de fonte ou de bois; la partie centrale de la poutre a une rotule pour les essais de compression. La presse de 30 tonnes ne peut recevoir que des pièces de compression.

M. Leduc, chef de la section des matériaux de construction, décrira d'ailleurs plus complètement tout ce qui a trait aux machines ou appareils dépendant de sa section.

Machine à essayer les huiles, système Martens (fig. 10). — Il a été entendu que la section des métaux s'occuperait des essais d'huiles au point de vue frottement; il est inutile de faire remarquer combien ces essais sont importants, étant donnée la consommation énorme de lubri-

Digitized by Google

fiants qui est faite dans l'industrie. Nous avons eu l'occasion de faire connaître aux lecteurs du *Génie Civil*, (1) que la cherté d'une huile n'implique pas nécessairement ses bonnes qualités de graissage. C'est imbu de cette idée que nous avons fait acquérir pour la section des métaux une machine perfectionnée, qui nous mettra en mesure de déterminer le coefficient de frottement des lubrifiants à des pressions, vitesses et températures différentes.

La machine comprend un arbre creux tournant dans deux paliers robustes supportés par une colonne en fonte; sur la fusée de cet arbre est placée une boîte portant deux coussinets en bronze; cette boîte est prolongée vers le bas par un pendule gradué sur lequel coulisse un poids. L'huile à essayer est placée dans un petit godet et coule entre les coussinets et la fusée qu'elle lubrifie puis s'écoule dans un réservoir situé sous la tête pendulaire. Quand on met la fusée en mouvement, celui-ci fait dévier la boîte et d'autant plus que l'huile est plus visqueuse. On peut donc, en enregistrant la déviation du pendule, connaître l'effort de frottement qui provoque la déviation constatée du pendule. Cette disposition est, en somme, celle du frein de Prony.

Les déviations sont relevées sur une petite bande de papier qui se déroule devant un crayon porté par le pendule, et sont données en fonction de la vitesse de l'arbre. Un deuxième crayon fixe trace constamment une ligne de repérage dont le pendule s'écarte plus ou moins. On peut faire varier la vitesse de l'arbre au moyen de cônes étagés, depuis 100 tours jusqu'à 400 tours, ce qui correspond sur la fusée à une vitesse maximum tangentielle de 2 mètres par seconde. Un moteur électrique de 2 chevaux, type Gramme, sous 440 volts, commande la machine et est muni d'un rhéostat de démarrage et d'un rhéostat de champ qui laissent toute latitude pour le réglage de la vitesse.

La pression sur la couche lubrifiante est produite par une tige qui s'appuie sur le coussinet supérieur et qui est plus ou moins pressée sur lui au moyen d'une vis s'emmanchant dans la tête du pendule; la tige de pression appuie par son autre extrémité sur une boîte à eau fermée par un diaphragme et qui est mise en relation avec un manomètre sur lequel on relève les variations de la pression hydraulique et, par suite, les variations de pression de la tige sur les coussinets. On peut atteindre de cette manière des pressions de 200 kilogr. par centimètre carré sur la couche lubrifiante.

Le bout de la fusée et l'arbre de transmission sont creux et peuvent être réchauffés ou refroidis. M. Martens emploie de la vapeur pour le réchauffage. Comme nous n'en n'avions pas à notre disposition au Laboratoire, cela nous a obligé à imaginer et à faire construire par la maison Adnet, de Paris, un petit appareil qui fonctionne à notre satisfaction. Cet appareil consiste en une petite cuve en cuivre rouge fermée par un couvercle avec boulons à charnière dans laquelle on introduit le liquide réchauffeur ou refroidisseur (de la glycérine). Sous cette cuve, soigneusement entourée d'une enveloppe calorifuge, sont placées deux rampes de brûleurs à gaz. Près de la cuve est fixée une petite pompe rotative Dumont, identique à celle employée par les automobiles, qui aspire le liquide chaud dans la cuve et le refoule vers la fusée d'où il revient par un tube spécial pour retourner à la cuve. Cette circulation rapide, dont on peut à volonté faire varier la vitesse, permet de réaliser telle température que l'on veut, et de la maintenir constante. La pompe est actionnée par le moteur électrique qui commande la machine d'essai.

Dans la cuve est placé un serpentin en cuivre rouge dans lequel nous pouvons détendre de l'acide carbonique liquéfié pour réaliser les basses températures; on emploie le même liquide de circulation que pour le réchauffage. Nous avons prévu, pour le cas du réchauffage seulement, que la circulation du liquide pourrait se faire par l'emploi d'un simple thermo-siphon. Nous ignorons si ce genre d'installation est tout à fait nouveau, mais nous pouvons assurer qu'il est très commode, et que les températures s'établissent avec une rapidité et se maintiennent avec une constance qui n'auraient jamais pu être réalisées avec une étuve munie d'un régulateur ordinaire.

La machine possède une deuxième tête pendulaire analogue à la précédente et destinée à la mesure du coefficient de frottement des métaux. Pour cela, ces métaux sont façonnés sous forme de trois petits coussinets qui sont logés dans la boîte. On fait les mêmes déterminations que ci-dessus, mais en employant toujours une même huile parfaitement connue.

Essai des métaux a outils et des outils. — Des essais très intéressants pour les industriels et qui n'ont pas fait, comme les essais de résistance ordinaire, l'objet de savantes recherches, mais qui cependant n'ont pas moins d'importance que les précédents, sont les essais des métaux destinés à faire des outils. Et pourtant ces métaux sont parfois d'un coût très élevé et sont utilisés en quantité assez notable. Il nous a paru indispensable de prévoir pour notre section des moyens qui permissent d'étudier et de contrôler les métaux de ce genre dans les diverses transformations auxquelles ils sont soumis. Nous pourrons donc essayer et qualifier les métaux pour outils (crochets de tour, de rabotage, mèches, limes, fraises, etc.). C'est ainsi que déjà nous avons pu répondre à quelques questions qui nous étaient posées par les industriels à ce sujet.

Nous pourrons étudier sur les métaux à outils, l'effet de la trempe, de la forme des extrémités coupantes, de la vitesse de coupe, etc. Notre Laboratoire possède, en effet, un atelier de mécanique qui comprend : trois tours de précision, trois perceuses, un étau-limeur, une raboteuse, une fraiseuse universelle, des scies, etc. Toutes ces machines-outils sont commandées par des moteurs électriques et il sera extrêmement facile de faire une étude complète du métal à essayer, sous forme d'outil, ou de voir comment il se comporte quand il est placé sur telle ou telle machine-outil. On pourra connaître, grâce à l'alimentation de nos diverses machines-outils par le courant, le travail dépensé pour le façonnage de tel métal à expérimenter dans les conditions les plus variées. Il y a là tout un champ de recherches qui est encore presque en entier inexploré.

P. Breuil,
Chef de la section des métaux.

(A suivre.)

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 7, p. 105.

CHEMINS DE FER

LES LOCOMOTIVES A VOIE ÉTROITE

Les réseaux de chemins de fer à voie étroite ont pris un développement très important dans la plupart des pays d'Europe et de leurs colonies, ainsi que dans l'Amérique du Sud. Le problème de la traction présente quelquefois de sérieuses difficultés sur ces réseaux secondaires, car on se trouve souvent dans l'obligation d'y remorquer des trains relativement lourds sur de très fortes rampes, combinées avec des courbes de très petit rayon.

De plus, le poids des rails employés étant généralement faible, par raison d'économie, il s'ensuit que la charge des machines, par essieu, se trouve limitée à de faibles valeurs. On se trouve, ainsi, amené à multiplier le nombre des essieux afin de répartir le poids total sur un plus grand nombre de points.

Il résulte fatalement de cette multiplication des essieux, une augmentation de l'empattement total des machines, qui ne devient souvent acceptable qu'à la condition d'adopter des dispositions permettant la convergence de certains essieux. Tous les dispositifs usités pour les locomotives à voie normale peuvent être employés dans ce cas; on a recours, également, à des systèmes de convergence peu employés sur ces machines, mais qui peuvent rendre de réels services sur les voies étroites. Nous voulons parler des dispositifs permettant la convergence de certains essieux, tout en maintenant leur accouplement avec les essieux fixes. Nous pouvons citer, dans cette catégorie, les systèmes Hagans, Klose, Klien-Lindner, Krauss, etc.

Les machines à 4 cylindres des types Mallet et Fairlie permettent de réaliser les mêmes desiderata par des moyens différents. Nous aurons l'occasion, au cours de cet article, de signaler quelques applications de ces différents systèmes.

Nous allons maintenant examiner les différents types généraux auxquels peuvent se ramener les locomotives actuellement en service sur les différents réseaux à voie étroite, en étudiant successivement les voies de 1 mètre, 0m 75 et 0m 60.

La classification que nous avons adoptée est basée sur le nombre des essieux moteurs. Nous avons pris, pour chaque catégorie, une locomotive présentant des dispositions typiques et appartenant à l'un des réseaux les plus connus.

I. Voie de 1 mètre. — L'écartement de 1 mètre (1) entre les bords intérieurs des rails est certainement le plus employé, lorsque l'importance des lignes à construire ne comporte pas la voie normale, ou bien lorsque le rayon des courbes devient inférieur à 300 mètres, chiffre qui semble être le minimum admissible pour la voie de 1m 44. C'est avec cette voie de 1 mètre qu'ont été construits la plupart des chemins de fer secondaires de l'Europe et de l'Amérique du Sud. Il en est de même pour la grande majorité des chemins de fer coloniaux des différents pays d'Europe. Le rayon minimum des courbes que l'on admet généralement pour cette voie est de 100 mètres.

Locomotive-tender à 2/2 essieux accouplés, de la Compagnie des Mines d'Hokkaido, Japon (fig. 1). — L'usage des locomotives à 2 essieux est assez rare dans le cas qui nous occupe, car il conduit à employer de fortes charges par essieu sur des voies qui sont, en général, construites avec des rails relativement légers. L'emploi de ces machines ne peut se justifier que pour l'exécution des manœuvres dans les gares, ou dans les exploitations minières.

L'exemple que nous avons choisi pour ce type le plus simple est une locomotive-tender faisant le service d'une exploitation minière au Japon. La charge par essieu atteint la valeur importante de 10t 75 ;

(1) La voie anglaise qui correspond à la voie de 1 mètre est celle de 3 pieds 6 pouces, c'est-à-dire de 1m 067. Nous avons réuni les machines établies pour cette voie et pour la voie de 1 mètre, le matériel roulant étant, en somme, le même, au calage des roues près.

Digitized by Google

les cylindres, qui sont disposés en porte à faux, ont 325 millimètres de diamètre avec une course de 450 millimètres. La surface de chauffe totale est de 37 mètres carrés et la surface de grille est de $0^{m2}75$. La chaudière est timbrée à $11^{kg}3$; elle est surmontée et entourée par une soute à eau renfermant 2 700 litres. L'axe de la chaudière a été fortement abaissé afin que la présence de la soute à eau ne compro-

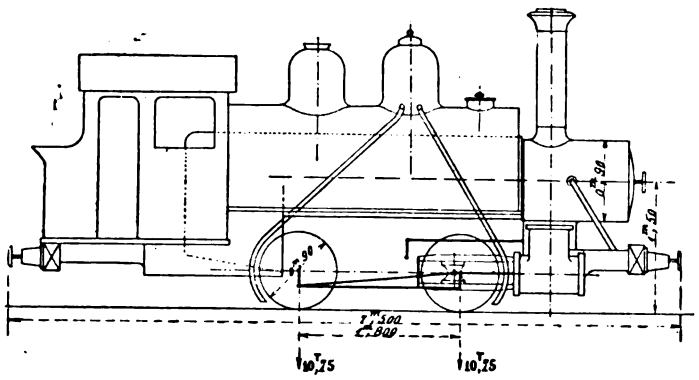


FIG. 1. — Locomotive-tender de mines, à 2/2 essieux accouplés.

mette pas la stabilité de la machine. Les roues ont un diamètre de 0^m90 et leur empattement est de 1^m80.

Cette machine, dont le poids en ordre de marche est de 21^t7, est destinée à remorquer les trains sur des rampes de 25 millimètres. L'effort *théorique* de traction qu'elle peut développer est de 6 000 kilogrammes.

Il est facile de se rendre compte, d'après l'importance des parties en porte à faux, que cette locomotive n'est pas faite pour circuler à des allures un peu rapides.

Locomotive-tender compound à 2/3 essieux accouplés, des Chemins de fer des Indes Hollandaises (fig. 2). — Lorsque les rampes sur lesquelles doivent circuler les machines ne nécessitent pas l'adhérence totale, on

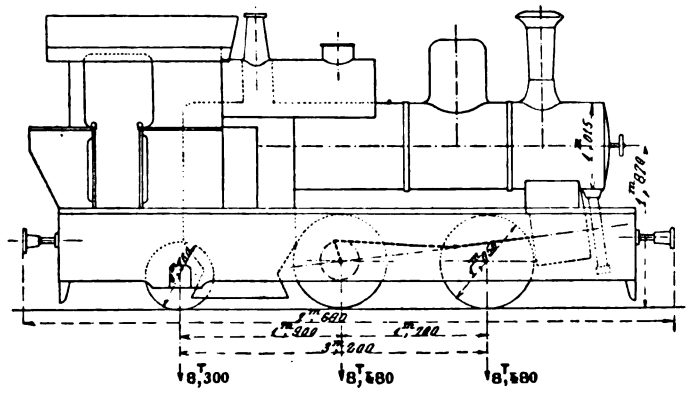


FIG. 2. — Locomotive-tender à cylindres intérieurs, à 2/3 essieux accouplés.

peut ajouter, à l'avant ou à l'arrière, un essieu porteur qui permet de diminuer la charge des essieux accouplés. L'exemple que nous avons choisi est une locomotive faisant le service des trains de voyageurs sur le réseau des Indes Hollandaises. Les machines compound de ce type sont à 2 cylindres; elles peuvent remorquer des charges de 140 tonnes sur des rampes continues de 5 millimètres combinées avec des courbes de 200 mètres de rayon, à la vitesse de 25 kilom. à l'heure. La charge maximum par essieu a été limitée à 8^t4.

Deux essieux moteurs sont placés à l'avant ; un essieu porteur se trouve disposé en arrière du foyer. Ce dernier, qui est en cuivre, est muni d'une grille horizontale et d'une voûte en briques. Le chauffage est obtenu au moyen du pétrole, d'après le système Holden. Un réservoir d'une contenance de 500 litres se trouve, dans ce but, disposé en arrière du dôme, sur le corps cylindrique. Les soutes à eau se trouvent disposées tout autour de la machine, sous le tablier.

Les deux cylindres inégaux sont placés à l'intérieur du châssis, contrairement à ce que l'on voit généralement dans les machines à voie étroite. Ils sont inclinés de $^1/_{10}$ et fondus d'une seule pièce.

La surface totale de chauffe est de $39^{m2}30$ et la surface de grille de $0^{m2}900$; le timbre est de $12^{kg}65$. Les roues motrices ont un diamètre de 1^m05 ; les cylindres ont des diamètres de 280 et de 415 millimètres, et la course commune est de 400 millimètres. La machine pèse 25^t260 en ordre de marche ; le poids par essieu moteur est de 8^t48. Les soutes contiennent 500 litres de pétrole, 2 750 litres d'eau et 700 kilogr. de combustible. L'effort théorique de traction est de 3 800 kilogrammes.

Locomotive à 2/4 essieux accouplés, des Chemins de fer de l'État Égyptien (fig. 3). — Le type *Américain*, caractérisé par la présence d'un bogie précédant deux essieux accouplés, est l'un des plus répandus parmi les locomotives à voie normale. Il est beaucoup moins employé pour les locomotives à voie de 1 mètre, en raison des charges relati-

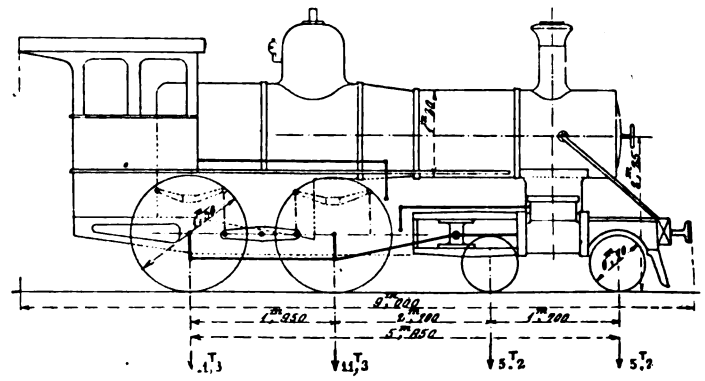


FIG. 3. — Locomotive, type *Américain*, à 2/4 essieux accouplés.

vement importantes qu'on est conduit à donner à chaque essieu moteur, afin d'avoir la puissance et l'adhérence nécessaires. On préfère généralement, pour ces voies étroites, les machines à 3 essieux accouplés. Toutefois, il existe un assez grand nombre de réseaux à voie de 1 mètre qui emploient des machines du type *Américain* ; parmi ces derniers, nous pouvons citer les chemins de fer de l'État Norwégien et de l'État Égyptien.

La locomotive employée sur ce dernier réseau est de construction américaine. Le châssis est, naturellement, fabriqué avec des barres de fer forgé, et la commande des tiroirs se fait au moyen de renvois à sonnettes. La chaudière, qui a 1^m50 de diamètre, a son axe situé à la hauteur relativement considérable de 2^m25 au-dessus des rails.

La charge par essieu moteur est de 11^t3 ; les roues motrices ont 1^m50 de diamètre. Le diamètre des cylindres et la course des pistons sont de 375 et 600 millimètres. La chaudière, qui a 92 mètres carrés de surface totale de chauffe, est timbrée à $11^{kg}3$; le foyer est en cuivre rouge et sa grille a $1^{m2}28$ de surface.

L'effort théorique de traction atteint le chiffre de 6370 kilogr. Cette machine semble tout à fait appropriée au service des trains rapides dans un pays où les rampes sont relativement très peu importantes.

Locomotive-tender à 2/4 essieux accouplés, des Chemins de fer de Formose, Japon (fig. 4). — Au lieu d'employer un bogie, on peut avoir recours à deux essieux porteurs situés, l'un en avant, l'autre en arrière des

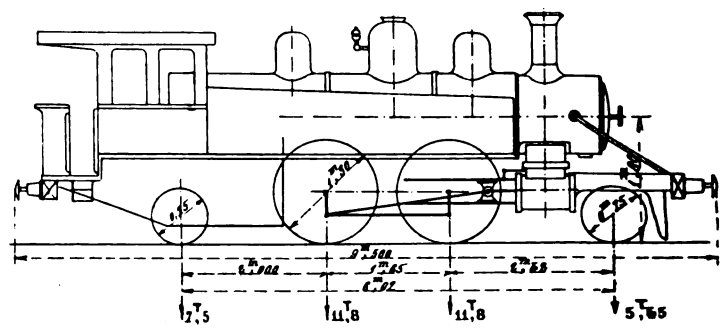


FIG. 4. — Locomotive-tender à bissel, à 2/4 essieux accouplés.

deux essieux accouplés. Dans ce cas, l'essieu d'avant est généralement monté sur un bissel ou sur des boîtes radiales. L'essieu porteur d'arrière est parfois monté également sur un bissel. On se contente, le plus souvent, de donner un jeu suffisant entre les boîtes et les plaques de garde. L'exemple que nous avons choisi pour ce type rentre dans ce dernier cas; c'est une machine du réseau de Formose. Les chemins de fer japonais sont établis avec des rails suffisamment pesants pour qu'il soit possible d'admettre des charges voisines de 12 tonnes par essieu. Le type de machine affecté à la traction des trains de voyageurs de l'île de Formose est une locomotive-tender, de construction américaine, à 2 essieux accouplés, avec bissel à l'avant et essieu porteur à l'arrière. Les roues motrices ont un diamètre de 1^m30 ; chaque essieu moteur supporte une charge de 11^t8. Le diamètre des cylindres et la course des pistons sont respectivement de 350 et de 500 millimètres; la pression normale de la chaudière est de $11^{kg}3$. Le foyer, qui est destiné à brûler des charbons bitumineux, est en cuivre. Les surfaces totales de chauffe et de grille sont de 68 mètres carrés et de $1^{m2}67$.

Les soutes à eau contiennent 5 450 litres; leur paroi supérieure est légèrement inclinée vers l'avant afin de ne pas gêner la vue du mécanicien.

L'effort théorique de traction est de 5 330 kilogrammes.

Digitized by Google

Locomotive à 2/5 essieux accouplés, des Chemins de fer de la Colonie du Cap (fig. 5). — Lorsqu'on est amené à augmenter le poids total des machines, afin d'accroître leur puissance, il devient impossible de répartir cette charge sur 4 essieux; l'emploi d'un cinquième essieu porteur devient alors indispensable; on arrive ainsi au type *Atlantic*.

Les chemins de fer de la colonie du Cap font usage d'une locomotive à 3 essieux porteurs et à 2 essieux accouplés, que nous avons choisie comme type de cette classe. Cette puissante machine, de construction américaine, ne pourrait être employée sur tous les réseaux à voie étroite; elle comporte, en effet, des charges de 12^{t} 5 par essieu, qui ne sont admissibles que sur des voies très solides, construites avec des rails de 30 kilogr. C'est précisément le cas des voies des chemins de fer de la colonie du Cap, sur lesquels l'intensité du trafic et le profil des lignes nécessitent l'emploi de machines de grande puissance.

Le poids total, en ordre de marche, de cette machine est de 46 tonnes sans le tender. En comprenant ce dernier, le poids total atteint

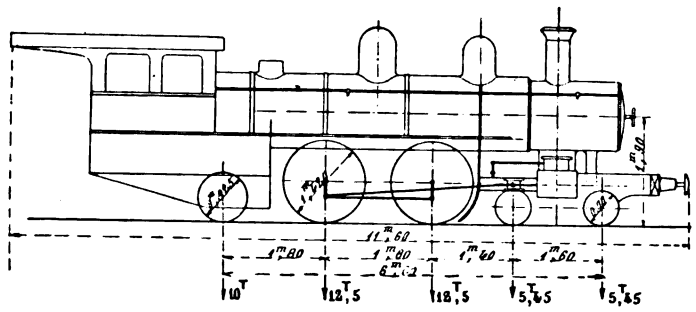


FIG. 5. — Locomotive, type *Atlantic*, à 2/5 essieux accouplés.

74 tonnes. Nous avons vu que les charges sur chacun des essieux moteurs étaient de 12^{t} 5. Les essieux du bogie et l'essieu d'arrière supportent respectivement 5^{t} 5 et 10 tonnes.

Les diamètres des roues sont les suivants : 1^{m} 40 pour les essieux moteurs, 0^{m} 70 pour le bogie et 0^{m} 825 pour l'essieu d'arrière. Les tiroirs sont situés au-dessus des cylindres. Le mécanisme de distribution, qui est intérieur, commande les tiges extérieures des tiroirs au moyen de renvois à sonnettes, comme dans toutes les machines américaines.

Le diamètre des cylindres et la course des pistons sont de 400 et 500 millimètres. L'empattement des trois essieux d'arrière est de 3^{m} 60; l'empattement total est de 6^{m} 60.

La chaudière, qui a un diamètre de 1^{m} 45, est timbrée à 12^{kg} 7; elle renferme 189 tubes de 4^{m} 48 de longueur et de 50 millimètres de diamètre extérieur. La surface de chauffe totale est de 145 mètres carrés; la surface de grille atteint 2^{m²} 79. Le combustible employé est le charbon bitumineux.

La chaudière est construite avec des tôles d'acier de 14 millimètres d'épaisseur. Contrairement à la pratique américaine, le foyer n'est pas construit en acier, mais en cuivre. Sa longueur est de 1^{m} 80 et sa largeur atteint 1^{m} 50. La grille se trouve au-dessus du châssis en barres de fer, qui remplace les longerons en tôle des locomotives européennes. On a pu, de la sorte, obtenir cette largeur considérable de 1^{m} 50 sans être gêné.

L'effort théorique de traction de cette puissante locomotive, destinée à remorquer les trains rapides de voyageurs, est de 7 250 kilogrammes.

Locomotive-tender à 3/3 essieux accouplés, des Chemins de fer économiques du Sud-Ouest (fig. 6). — Jusqu'à présent, les locomotives que

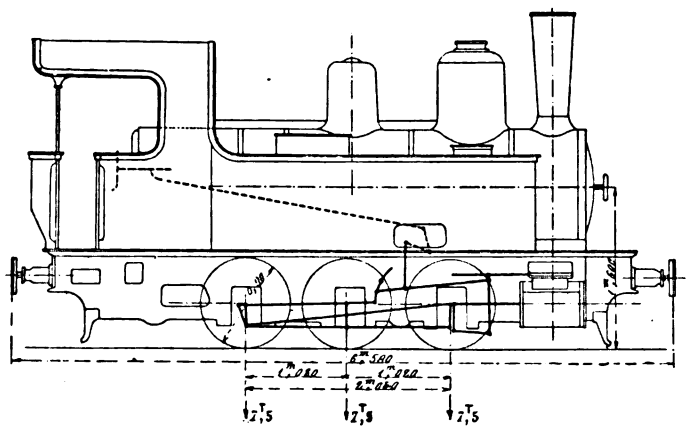


FIG. 6. — Locomotive à adhérence totale, à 3/3 essieux accouplés.

nous venons d'examiner n'avaient que deux essieux accouplés. Les unes n'avaient pas besoin d'avoir un poids adhérent considérable, par suite des faibles déclivités sur lesquelles elles ont à circuler; les autres, au contraire, avaient un poids relativement considérable sur les essieux accouplés, la construction spéciale des voies de leurs réseaux rendant possible l'emploi de fortes charges. Dans le cas où les voies ne permettent pas d'atteindre ces charges et lorsque l'effort de traction doit être élevé, il faut alors ajouter un troisième essieu accouplé. Le type le plus simple sera dépourvu d'essieux porteurs et sera, par suite, à adhérence totale. Le passage dans les courbes devient alors un peu plus difficile. On le facilite parfois, en supprimant les boudins des roues accouplées du milieu; l'inconvénient de cette disposition est que les roues ne sont plus interchangeables. La locomotive-tender à 3 essieux moteurs est certainement le type de machine le plus employé pour les tramways sur routes, ainsi que pour les lignes secondaires où l'on recherche l'économie d'exploitation. L'entretien de ces machines est fort simple et le nombre des pièces de rechange est réduit au minimum. De plus, le poids total de la machine est utilisé pour l'adhérence.

On est cependant conduit, pour faciliter le passage dans les courbes de cette machine à empattement rigide, à rapprocher les uns des autres les trois essieux, ce qui nuit à la stabilité de marche. Ces locomotives ne sont donc pas appropriées à un service de trains relativement rapides ; les mouvements de lacet prennent, en effet, une grande importance, lorsque la vitesse augmente, car les cylindres sont disposés tout à fait en porte à faux.

Le poids en ordre de marche de cette locomotive est de 22^{t} 266. Les roues ont un diamètre de 0^{m} 90; le diamètre des cylindres et la course des pistons sont de 305 et 450 millimètres. La chaudière, qui est timbrée à 12^{kg} 5, a 50^{m²} 134 de surface totale de chauffe; la grille a une surface de 0^{m²} 685. L'effort théorique de traction est de 5 815 kilogrammes.

Locomotive-tender des Chemins de fer du Sud de la France (réseau de la Côte-d'Or), à 3/4 essieux accouplés (fig. 7). — On améliore sensiblement le type précédent, en ajoutant un essieu porteur devant les trois essieux accouplés. Cet essieu est généralement monté sur un bissel ou sur des boîtes radiales système Roy; on obtient ainsi le type *Mogul* qui est très répandu et donne d'excellents résultats. La Compagnie des Chemins de fer du Sud de la France a adopté pour son réseau de la Côte-d'Or, établi en grande partie sur routes, une locomotive-tender de ce type, qui peut aisément passer dans les courbes de 50 mètres de rayon.

Cette locomotive, dont le poids à vide est de 25 tonnes, atteint, en ordre de marche, le poids de 32 tonnes, ce qui représente une charge de 9 tonnes par essieu moteur. L'essieu porteur, monté sur bissel, ne supporte que 5 300 kilogr. Afin de réduire l'empattement des roues motrices, tout en conservant une charge suffisante pour l'essieu porteur, on a été conduit à rapprocher les différents essieux. Il en résulte que le bissel se trouve en arrière de la boite à fumée, au lieu de la précéder comme cela se voit généralement sur les machines du type *Mogul*. La stabilité de la locomotive aux grandes allures est un peu moins bonne, mais l'inscription dans les courbes de faible rayon se fait, par contre, beaucoup plus aisément. Il ne faut, d'ailleurs, pas perdre de vue que cette machine n'est pas destinée à faire de la vitesse. Généralement, dans les machines de ce type, les bielles motrices atta-

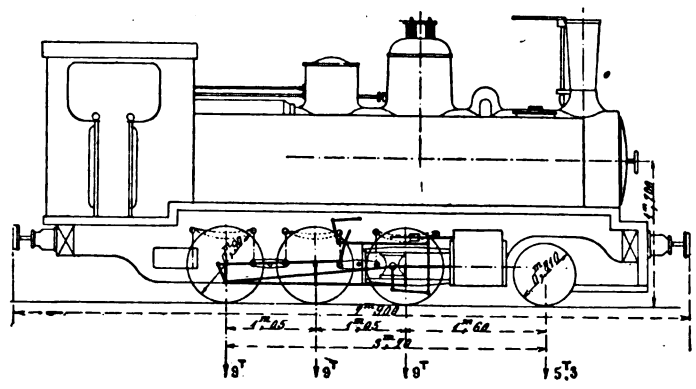


FIG. 7. — Locomotive-tender, type *Mogul* modifié, à 3/4 essieux accouplés.

quent l'essieu accouplé du milieu; par suite du rapprochement des essieux, on a dû leur faire actionner l'essieu d'arrière.

La chaudière, qui est timbrée à 12 kilogr., renferme 130 tubes de 3^{m} 10 de longueur et de 41 millimètres de diamètre intérieur. Le foyer est en cuivre rouge et la grille est disposée au-dessus de l'essieu moteur d'arrière. La surface totale de chauffe est de 59^{m²} 76 et la surface de grille 1 mètre carré exactement.

Les cylindres ont un diamètre de 350 millimètres; la course des pistons est de 420 millimètres. Les roues motrices et les roues porteuses ont respectivement des diamètres de 900 et de 710 millimètres; l'écartement des essieux extrêmes est de 3^{m} 700 et la longueur totale de la machine atteint 7^{m} 900. La distribution est du système Walschaërt.

Les soutes à eau peuvent contenir 3 900 litres, et l'approvisionnement en combustible est de 800 kilogrammes.

L'effort théorique de traction de cette locomotive est de 6 870 kilogrammes.

Digitized by Google

Locomotive des Chemins de fer Éthiopiens, à 3/4 essieux accouplés (fig. 8). — Comme exemple du type *Mogul* pur, nous avons choisi les machines des Chemins de fer Éthiopiens, qui sont pourvues d'un tender séparé. Elles ont été construites en vue de remorquer des trains de 85 tonnes (tender compris) à la vitesse de 18 à 20 kilom. à l'heure sur des rampes de 30 millimètres. D'autre part, les conditions d'établissement de la voie ont limité à 8 400 kilogr. la charge maximum par essieu.

Les poids à vide et en service sont de 25 et 29 tonnes. La surface totale de chauffe est de 70m²4; la surface de grille est de 1 mètre carré, exactement comme dans la machine précédente. Comme pour cette dernière, le timbre est de 12 kilogr. Le diamètre intérieur des tubes de la chaudière est de 41 millimètres, comme dans la machine de la Compagnie du Sud de la France, mais ils sont un peu plus nombreux (142). Les roues motrices et porteuses ont respectivement des diamètres de 1m 220 et de 0m 700. L'essieu d'avant est monté sur boîtes radiales; les bielles motrices attaquent le second essieu couplé. La distribution est du système Walschaërt; le diamètre des cylindres

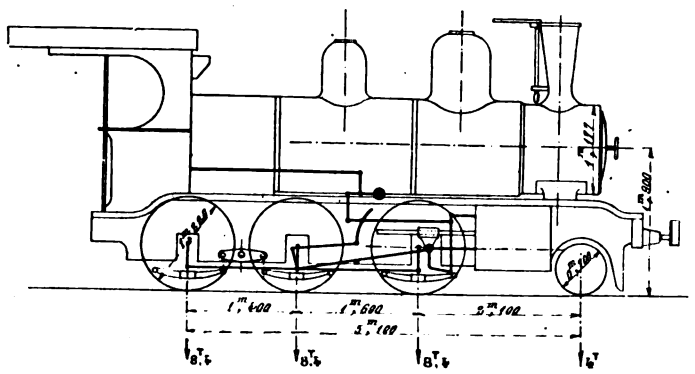


Fig. 8. — Locomotive, type *Mogul*, à 3/4 essieux accouplés.

et la course des pistons sont respectivement de 360 et de 550 millimètres. L'effort théorique de traction est de 7 011 kilogrammes.

Cette machine constitue un excellent type pour des chemins de fer secondaires sur lesquels les rayons ne descendent pas au-dessous de 60 mètres. Elle permet d'obtenir en palier de très belles vitesses, et la puissance de traction sur les fortes rampes la rend apte au service sur les réseaux accidentés. Elle est capable, en effet, de remorquer des trains de 50 à 60 tonnes sur des rampes de 40 millimètres.

(A suivre.)

Henry Martin,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

WAGON DE 50 TONNES EN TOLE D'ACIER EMBOUTIE

La Société des Mines de Carmaux va prochainement mettre en service, pour le transport de ses charbons, des wagons pouvant porter 50 tonnes et dont on a pu voir le premier spécimen, le 21 août dernier en gare de La Chapelle, lors de son passage à Paris.

Ce type de wagon est remarquable non seulement par sa capacité et le poids énorme qu'il peut porter, mais aussi et surtout par la façon dont ce résultat a été obtenu. Il est entièrement construit en tôle d'acier emboutie à chaud par le procédé Fox, perfectionné et simplifié par M. Arbel, administrateur délégué de la Société des Forges de Douai.

L'emploi de pièces en tôle emboutie permet d'obtenir à la fois le maximum de résistance avec le minimum de poids; en effet on peut, par ce procédé, donner aux pièces des formes extrêmement variées, quelquefois très compliquées, ce qui évite les assemblages nombreux, causes de faiblesse et de lourdeur. En même temps on peut donner aux pièces embouties les dimensions et la forme théoriques indiquées par les calculs de résistance; le métal est donc mieux utilisé et cela se traduit aussi par une diminution de poids.

Les pièces ainsi construites, avec leur forme spéciale, contribuent à donner à l'ensemble de la voiture un aspect inusité (fig. 4). Pour les raisons précitées, le poids mort de ce wagon ne représente que 31 °/₀ de la charge utile remorquée, tandis que pour la moyenne des wagons similaires construits jusqu'à ce jour il représente 55 °/₀. Il est moindre

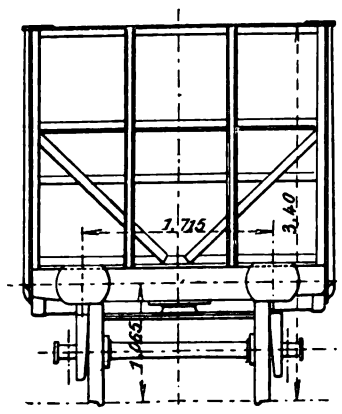


Fig. 1. — Vue en bout.

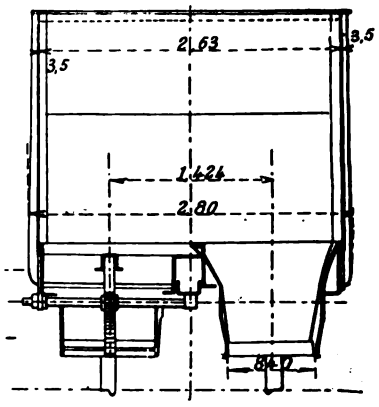


Fig. 2. — Coupe suivant CD.

encore (26,4 °/₀) pour des wagons de 50 tonnes construits pour la Compagnie du Midi.

Les épreuves de résistance ont montré que le wagon maintenu à pleine charge pendant quatre jours n'a subi aucune flexion. Le métal travaille à 12 kilogr. par millimètre carré.

Ce système a encore d'autres avantages qui sont la simplicité, la facilité, la rapidité du montage; l'économie de construction, d'entretien, une exploitation plus rémunératrice, par suite de la diminution des frais de traction.

Le wagon est placé sur des bogies composés seulement de cinq pièces en tôle emboutie; ces bogies sont montés sur essieux et boîtes de la Compagnie du Midi, sur le réseau de laquelle ces voitures sont appelées à circuler.

La caisse a une ossature tout en tôle emboutie, y compris les longerons et les montants latéraux de caisse.

Le fond incliné (fig. 1, 2 et 3) est disposé de façon à former quatre trémies qui sont manœuvrées deux à deux par des pignons à crémaillère au moyen d'une manivelle dont un tour seulement suffit pour obtenir l'ouverture ou la fermeture complète. Le déchargement des 50 tonnes de charbon se fait ainsi en moins d'une minute.

Le frein, qui est à vis, est manœuvré à volonté, soit de la voie, soit de la plate-forme du wagon.

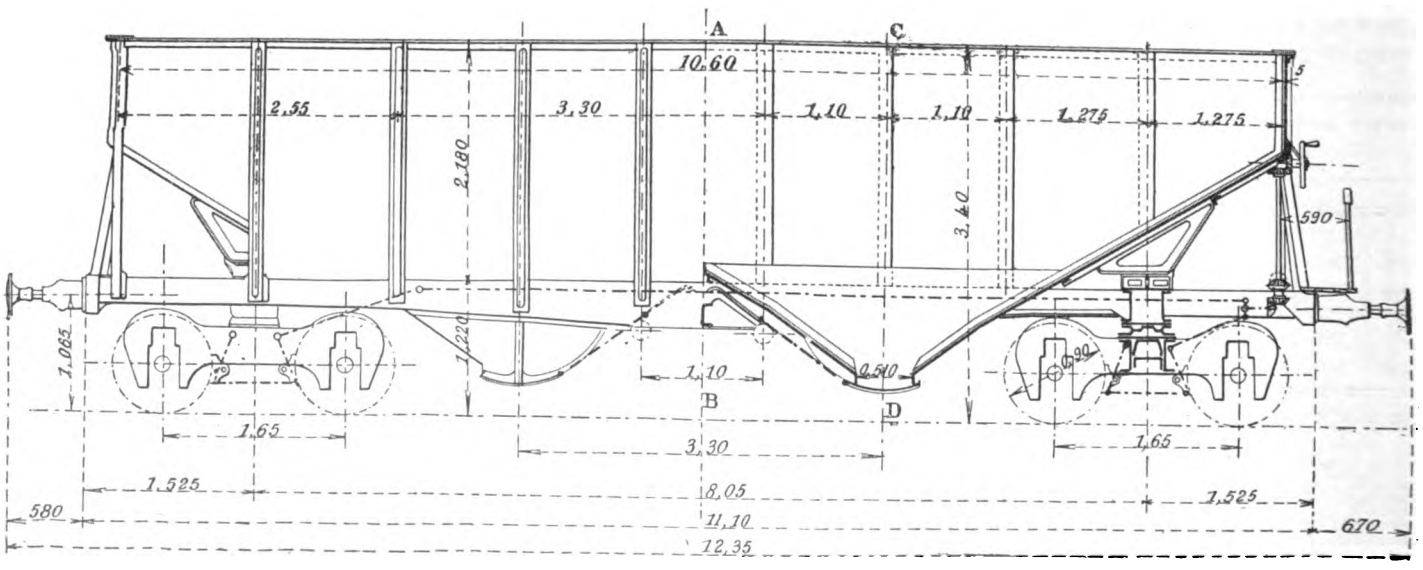


Fig. 3. — Demi-élévation, et demi-coupe par l'axe d'une trémie.

Digitized by Google

Malgré ses grandes dimensions, la disposition adoptée pour les bogies permet de faire passer le wagon dans les courbes de très petit rayon et de le faire tourner sur les plaques tournantes ordinaires ; il peut ainsi être manœuvré dans n'importe quelle gare, remisé dans n'importe quel dépôt.

L'emploi de wagons de grande capacité permet d'envisager en toute sécurité (en y appliquant les freins à air comprimé) l'usage de trains de 1 000 tonnes utiles et même plus.

Déjà la Compagnie américaine de Baltimore et Ohio a lancé un train formé de 50 wagons de 50 tonnes chacun représentant 2 500 tonnes

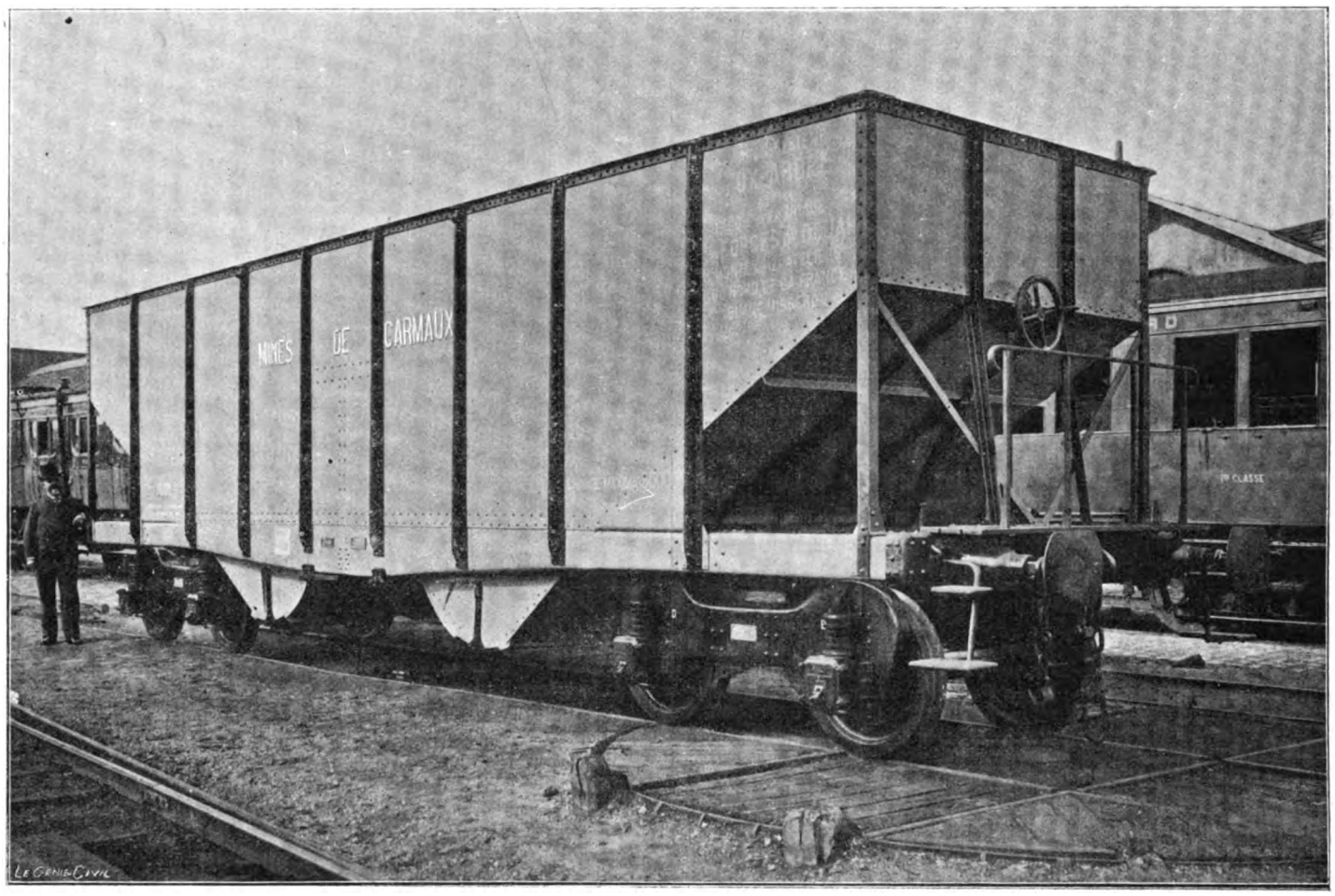


Fig. 4. — Vue du wagon de 50 tonnes en gare de La Chapelle.

Voici les caractéristiques des wagons de 50 tonnes des Mines de Carmaux :

Charge maximum	kilogr.	50 000
Poids mort	—	15 580
Capacité cubique avec la charge empilée à 30 degrés	mètres cubes.	58 000
Rapport du poids mort au poids utile remorqué.		0,31
Empattement du wagon	mètres.	8,050
Longueur du châssis	—	11,100
Longueur intérieure de la caisse	—	10,600
Hauteur totale de la caisse au-dessus du rail	—	3,400
Hauteur intérieure de la caisse	—	2,180
Largeur totale de la caisse	—	2,800
Largeur intérieure de la caisse	—	2,630
Dimensions des fusées	millimètres.	140 × 250
Diamètre des roues au contact	mètres.	0,900
Longueur totale du bogie	—	2,350
Empattement du bogie	—	1,650

utiles, et l'expérience a montré toute l'économie de charbon qu'on peut réaliser dans la traction de pareils trains ; il semblerait résulter des chiffres donnés par des expériences comparatives que la consommation de combustible est en raison inverse de la capacité des wagons.

Au point de vue de l'exploitation, les avantages de ces wagons peuvent se résumer ainsi :

Diminution du nombre de pièces de rechange, des frais d'entretien et de transport ;
Meilleure utilisation des quais de chargement ;
Augmentation de la capacité de trafic des garages ;
Diminution du personnel accompagnant les trains.

La Compagnie du Nord utilise déjà des wagons de 42 tonnes construits d'après les mêmes principes, mais un peu moins avantageux que ceux des Mines de Carmaux et de la Compagnie du Midi.

Les Forges de Douai montent de nouvelles presses qui pourront emboutir des longerons de 20 mètres de longueur, ce qui permettra la construction de wagons plus puissants encore.

Ch. Dantin.

JURISPRUDENCE

DÉTERMINATION DE LA DURÉE DE LA JOURNÉE DE TRAVAIL

Nous avons publié dans le *Génie Civil* (1) sous le titre de « L'heure légale » le commentaire d'un jugement du Tribunal correctionnel de Lille, en date du 6 mars 1902, relatif à l'indication, dans les procès-verbaux des inspecteurs du travail, de l'heure à laquelle les contraventions sont constatées.

On comprend que cette indication de l'heure est essentielle, surtout pour apprécier si la durée de la journée de travail a dépassé les limites de la loi.

Dans l'espèce, le procès-verbal de l'inspecteur du travail portait que toutes les femmes, filles et enfants employés dans l'établissement industriel des sieurs H... à Linselles (Nord), y étaient en plein travail à 6 h. 55 du soir, alors que d'après l'horaire de cet établissement, affiché et déposé conformément à l'article 11, paragraphe 2, de la loi du 2 novembre 1892, le travail aurait dû prendre fin à 6 heures et demie du soir. Il en résultait que la durée légale de la journée de travail, qui ne devait pas être, à cette époque, supérieure à onze heures, avait été dépassée de vingt-cinq minutes. La contravention paraissait évidente, et le Tribunal avait prononcé condamnation.

En commentant cette décision, nous relevions avec quelque surprise que, pour constater l'existence de la contravention, les juges s'étaient contentés de cette déclaration de l'inspecteur du travail que, *d'après sa montre*, la durée légale du travail journalier avait été dépassée. Il est vrai que le chronomètre de l'inspecteur était réglé, paraît-il, selon la loi du 14 mars 1891, qui dispose que « l'heure légale, en France et en Algérie, est l'heure temps moyen de Paris ». Mais le jugement ne relevait pas l'heure à laquelle le travail avait commencé dans l'établissement des sieurs H..., ni les intervalles de repos, ni même l'heure que pouvait marquer, au moment de la

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 22, p. 354.

Digitized by Google

contravention, l'horloge de l'établissement. De sorte que, s'il était constant qu'il y avait contravention d'après l' « heure légale », dont l'inobservation n'est d'ailleurs pas sanctionnée par la loi, il n'était nullement certain qu'en fait la durée de la journée de travail eût été excessive, si l'on tenait compte de l'heure à laquelle le travail avait commencé, du temps de repos et de l'heure que marquait l'horloge de l'établissement au commencement et à la fin de la journée.

Évidemment, cette décision, qui n'avait pas d'autre base de justification que la constatation de l'heure légale à la fin de la journée de travail, était motivée, d'une manière insuffisante.

La vérité de nos critiques vient d'être confirmée par un arrêt de la Cour de cassation, en date du 15 mai 1903, qui, dans une espèce analogue a jugé que, pour prononcer une condamnation contre l'industriel qui a fait travailler des femmes et des enfants plus de onze heures, le juge ne peut se borner à constater l'heure à laquelle ils travaillaient encore le soir, sans constater, même de façon implicite, l'heure à laquelle le travail a commencé d'après l'horloge de l'établissement, ainsi que la durée du repos accordé.

Voici les considérants de cet arrêt :

La Cour,

Attendu qu'aux termes de l'article 3 de la loi du 2 novembre 1892, modifié par la loi du 30 mars 1900, « les jeunes ouvriers et ouvrières, jusqu'à l'âge de dix-huit ans, et les femmes ne peuvent être employés à un travail effectif de plus de onze heures par jour coupées par un ou plusieurs repos dont la durée totale ne pourra être inférieure à une heure et pendant lesquels le travail sera interdit » (1);

Attendu que le Tribunal de Douai, statuant en appel sur un jugement du Tribunal de Tourcoing, à la suite d'un procès-verbal de l'inspecteur du travail dans l'industrie pour le département du Nord, relevant à la charge de X... le fait d'avoir employé, le 30 mai 1901, cinq cents femmes et enfants pendant plus de onze heures, a seulement indiqué qu'ils travaillaient encore à 6 h. 40 du soir, d'après l'horloge de cet établissement, sans constater, même de façon implicite, l'heure à laquelle le travail avait commencé et la durée du repos accordé;

Attendu qu'à défaut de ces constatations, il n'est pas possible de s'assurer de l'existence des circonstances exigées par la loi, pour que le fait incriminé puisse être déclaré punissable et que le jugement attaqué se trouve ainsi dépourvu de motifs suffisants permettant à la Cour de cassation d'exercer son contrôle;

Attendu, d'autre part, que le jugement attaqué a laissé sans réponse les conclusions des prévenus tendant à ce que le Tribunal dise que le procès-verbal de l'inspecteur du travail ne lui fournissait pas les éléments de constatation qui, seuls, pouvaient servir de base à une condamnation;

Par ces motifs,

Casse (2).

Cette décision est logique.

Il est certain, en effet, que pour établir que la durée maximum du travail effectif a été dépassée, et qu'il y a, de ce chef, contravention à la loi, il est nécessaire de faire une triple constatation, savoir : 1° l'heure à laquelle le travail a commencé; 2° le temps pendant lequel il a été suspendu; 3° l'heure à laquelle il a pris fin.

Il ne suffirait pas de constater que le travail a été prolongé au delà de l'heure fixée par l'horaire de l'établissement, puisque cette prolongation peut être compensée par les intervalles de repos ou par le fait que le travail a également commencé plus tard. Il ne s'agirait alors que de manquements à l'horaire de travail de l'établissement, ce qui ne constitue pas une contravention aux lois de la matière.

Louis Rachou,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

(1) Il s'agissait, dans l'espèce, de contraventions qui avaient été dressées à l'époque où, d'après la loi du 30 mars 1900, la journée des enfants, des filles mineures et des femmes dans les établissements industriels était fixée au maximum de onze heures de travail effectif. On sait que cette même loi a disposé que ce maximum de onze heures serait réduit à dix heures à partir de l'année 1904. On sait aussi que ces dispositions s'appliquent également aux hommes adultes employés dans les mêmes locaux industriels que les enfants, filles mineures et femmes.

(2) *Gazette du Palais,* numéro du 22 juin 1903.

VARIÉTÉS

Les Habitations à bon marché à l'Exposition internationale de l'Habitation.

La section des Habitations à bon marché de l'Exposition internationale de l'Habitation, qui a lieu actuellement au Grand Palais des Champs-Élysées comprend cinq maisons, construites en grandeur d'exécution et des plans couvrant une surface de près de 600 mètres carrés. Les pays étrangers qui ont pris part à l'Exposition sont: l'Allemagne, l'Amérique, l'Angleterre, l'Autriche, la Belgique, le Danemark, la Hollande, l'Italie, la Russie, la Suède et la Suisse.

Les principaux exposants français sont :

Le Ministère du Commerce, qui expose des graphiques donnant les résultats obtenus par l'application de la loi du 30 novembre 1894;

Le Comité des Habitations à bon marché du département de la Seine, qui expose les plans des petits logements les plus appréciés de sa collection de 1900, et maisons à bon marché, primées à l'occasion du Concours qu'il a organisé en 1900, en application de la loi du 30 novembre 1894;

La Société française des Habitations à bon marché qui expose ses publications;

La Société de Crédit qui expose les résultats de ses opérations, consistant en avances de fonds faites aux constructeurs d'habitations à bon marché, devant satisfaire aux conditions exigées par la loi du 30 novembre 1894. Cette Société, fondée il y a trois ans par M. Jules Siegfried, a déjà prêté plus de 2 millions à 3 %.

Enfin, parmi les autres exposants, nous citerons la Société des Habitations économiques de Saint-Denis, aujourd'hui Société de la Seine, et le Coin du Feu qui est une société coopérative.

Les expositions industrielles les plus remarquables sont celles de la Compagnie des Mines de Lens; de la Compagnie des Chemins de fer P.-L.-M.; de l'usine Menier, dont le système de canalisation des eaux usées et des vidanges peut être pris pour modèle.

Notre collègue, M. Émile Cacheux, élève d'Émile Muller et auteur des *Habitations ouvrières et agricoles*, expose quelques-uns de ses ouvrages, dont le dernier paru est le supplément des *Habitations ouvrières en tous pays*, par É. Muller et E. Cacheux, et des documents relatifs aux opérations qu'il a faites pour lotir 500 000 mètres de terrains situés dans Paris et dans les environs, suivant le système du Building Society combiné avec celui des Cités Ouvrières de Mulhouse.

Ce système, pour lequel M. Cacheux fait depuis longtemps déjà une propagande très active, est celui qui consiste à rendre l'ouvrier propriétaire de la maison qu'il habite, et cela progressivement par des mensualités payées sous la même forme qu'un loyer.

L'exposition de la section française démontre que de toutes parts on s'occupe de l'amélioration des petits logements, mais qu'on ne dispose pas encore en France d'un nombre suffisant de logements convenables. Le Ministère du Commerce doit, paraît-il, créer un musée des habitations à bon marché dont le noyau sera formé avec les documents qui seront abandonnés par les exposants du Grand Palais.

La section allemande a été organisée par l'Association rhénane pour l'amélioration des habitations à bon marché. Nous y avons remarqué : le bel ouvrage de M. Krupp sur les institutions patronales de son établissement; les maisons municipales de Düsseldorf; les habitations à bon marché des Sociétés de Crefeld, de Munich, de Hambourg et le plan d'extension de la ville de Francfort. Les caractéristiques de cette exposition sont : 1° la tendance qu'ont les municipalités allemandes d'étendre méthodiquement leurs territoires à bâtir; 2° la valeur énorme (plus de 100 millions de francs) des sommes consacrées par les caisses d'assurances contre l'invalidité et la vieillesse, à la construction des petits logements.

Les documents fournis par l'Institut américain des Sciences sociales ont permis de confectionner plusieurs châssis qui rendent compte de la manière dont les ouvriers américains sont logés.

Le Conseil du Comté de Londres a exposé plusieurs châssis qui donnent les plans des bâtiments qu'il a élevés pour remplacer les logements malsains. Il a déjà construit, à Londres, un hôtel meublé dans le genre des Rowton Houses, et une vingtaine de groupes de maisons à étages; il est en train de créer, dans les environs de Londres, plusieurs villages qui pourront loger près de 10 000 personnes.

Grâce aux documents fournis par M. Aldridge, secrétaire de la Société pour la réforme des petits logements, M. Cacheux a pu rendre compte des résultats acquis par les municipalités de Manchester, de Liverpool et de Glasgow, qui ont suivi l'exemple de Londres. La prospérité des villages créés par MM. Levers frères, à Port-Sunlight, et par M. Cadbury, à Bouinville, démontre qu'un industriel peut retenir un ouvrier à la campagne lorsqu'il le loge dans de bonnes conditions.

Les plans de l'hôtel Rowton, de Newington Butts, constituent un excellent modèle de logements pour célibataires.

L'Autriche a envoyé les plans de la fondation créée à l'occasion du Jubilé de l'empereur François-Joseph et ceux des habitations construites par la Compagnie royale des Chemins de fer hongrois pour loger ses ouvriers et petits employés.

La Caisse royale d'Épargne de Belgique a exposé les plans des divers types de maisons qui ont été créés grâce à la somme de 44 millions qu'elle a avancés. M. l'architecte Van Langendonek a soumis à l'examen du public les plans des maisons exécutées par lui pour le compte de petits employés qui ont obtenu de compagnies d'assurances des avances variant de 5 500 à 10 000 francs.

Le Danemark a envoyé les plans d'une cité composée de maisons dont les toits sont de différentes couleurs.

Les documents hollandais, fournis par M. le colonel Van Huylin démontrent que l'initiative privée a été impuissante, dans ce pays, pour assainir les quartiers encombrés des grandes villes, car une Société constituée dans le but de démolir les habitations insalubres et d'en construire de nouvelles qui fussent salubres, n'a pu en retirer un intérêt de 2 % pour ses capitaux.

En Italie on a suivi l'exemple donné par lord Rowton. Le comte Botfoli a fait construire, à Milan, l' « Albergo popolare », qui peut loger 500 personnes.

Digitized by Google

Les documents transmis par M. Colomiès, délégué du Ministre des Affaires étrangères, offrent la possibilité de revoir la section russe des habitations à bon marché qui avait été organisée à l'occasion de l'Exposition internationale de 1900.

Le comité suédois a fourni plusieurs albums fort intéressants relatifs aux habitations ouvrières et quelques vues d'un hôtel meublé.

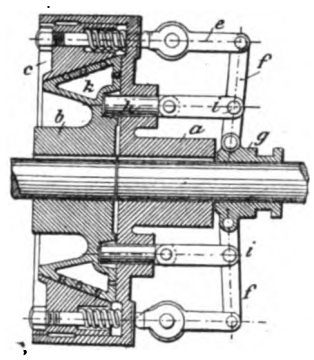
Enfin, M. Sehnezles, délégué de la Suisse, a exposé les résultats d'enquêtes faites par les municipalités suisses : la plus importante, celle de la municipalité de Bâle, peut être citée comme modèle de ce qui peut être fait dans cette voie.

En résumé, la section des Habitations à bon marché de l'Exposition du Grand Palais permet d'étudier, d'une façon complète, les petits logements et elle mérite d'être visitée par les personnes que cette question intéresse.

Manchon d'accouplement à friction et à griffes.

Le système d'accouplement que nous représentons ici, et qui a été décrit dans l'*American Machinist*, utilise simultanément la friction de deux manchons et la commande rigide par griffes.

Les deux manchons d'accouplement *a* et *b* sont munis de cônes de friction qui peuvent être mis en contact par le déplacement du manchon de commande *g* et des leviers *d*, *e*, *f*, qui agissent sur le cône mobile *c*. Des ressorts assurent le débrayage de ce cône. Le cône fixe *b* est pourvu d'un réservoir d'huile *k* communiquant avec la surface active par de petits trous.



Le manchon *a* porte en outre deux ergots *h* mobiles dans le sens longitudinal, et commandés par le mouvement du manchon *g*; ces ergots peuvent se loger dans deux alvéoles du manchon *b*, et l'entraîner sans glissement possible.

Le fonctionnement de cet appareil se comprend aisément: en rapprochant *g* du manchon *a*, les leviers *f*, qui ont momentanément *i* pour point fixe, agissent sur le cône *c* par l'intermédiaire des tiges *d* et *e*; l'entraînement progressif se fait par la friction des cônes. Puis les ergots *h* entrent dans leurs logements et réalisent l'accouplement rigide, tout en libérant, par le déplacement de l'articulation *i*, le cône *c* qui s'éloigne alors de *b*.

Les mouvements inverses ont lieu au débrayage. Cet appareil semble réunir les avantages des systèmes à friction et ceux des embrayages à griffes.

Applications de l'aluminothermie à la coulée de la fonte et de l'acier.

Le *Génie Civil* a eu déjà l'occasion de signaler les emplois industriels de l'aluminothermie (1).

Ce procédé a été depuis lors amélioré par son inventeur, M. H. Goldschmidt, et appliqué aux opérations de coulée des métaux. Nous empruntons aujourd'hui à une conférence de M. Mathesius, Ingénieur de la Société qui exploite les découvertes de M. Goldschmidt, quelques détails sur la manière dont on obtient, au moyen de la thermite, des lingots de fonte ou d'acier exempts de soufflures.

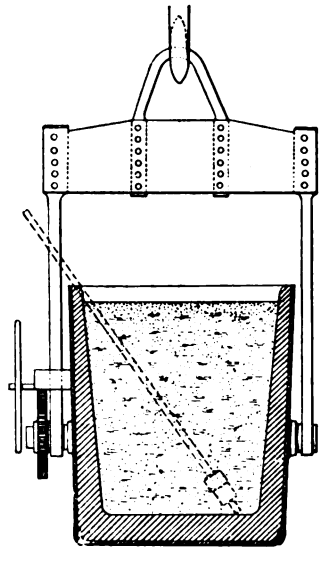


Fig. 1. — Introduction d'une boîte de thermite dans une poche pleine de fonte liquide.

On sait que ce produit est formé essentiellement d'un mélange intime et homogène de grains d'aluminium et de grains d'oxyde de fer. La réaction entre ces deux corps, qui présente la particularité de se produire sans dégager de gaz et sans qu'on ait besoin d'en introduire dans la masse de la thermite, dégage une chaleur intense qui permet de réunir, par soudure autogène, deux pièces métalliques amenées au contact l'une de l'autre.

La thermite opère à la fois par l'introduction du métal à l'état naissant, produit dans la réaction; par la chaleur de réaction; et enfin par l'agitation qu'elle produit dans le bain métallique.

La propriété que nous venons de signaler a aussi permis d'appliquer la thermite à la fonte et à l'acier coulés, pour les purger complètement, avant la solidification, des gaz qu'ils renferment et qui donnent lieu à des soufflures. On utilise dans ce but une qualité spéciale de thermite contenant de l'oxyde de titane, qui rend la réaction plus complète et plus efficace.

Ce produit, enfermé dans une petite boîte, et assujetti à l'extrémité d'une tige de fer, est plongé dans le métal en fusion, comme on le voit sur la figure 1. La réaction, qui commence d'elle-même, dure une à deux minutes seulement, et donne lieu à un bouillonnement intense qui mélange toutes les parcelles du métal fondu bien plus intimement que ne peut le faire la simple coulée dans le moule. L'examen de la cassure de deux échantillons d'une même fonte, dont l'un seulement a subi l'action de la thermite, montre bien la différence des constitutions moléculaires dans les deux cas. En effet, le titane, à cette température, fixe l'azote de l'air qui est retenu dans le métal et donne naissance à de petits cristaux rouges de cyanure de titane. L'oxygène se porte sur le fer, et l'oxydule formé se dissout dans la fonte; celle-ci est donc finalement débarrassée des gaz retenus mécaniquement et, au lieu d'une texture poreuse, montre à l'examen une texture compacte et serrée. La proportion de thermite nécessaire à cette opération ne dépasse pas 0,25 % du poids de la fonte.

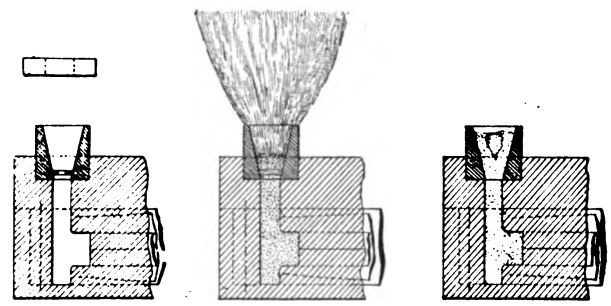


Fig. 2 à 5. — Emploi de la thermite dans la coulée des lingots d'acier.

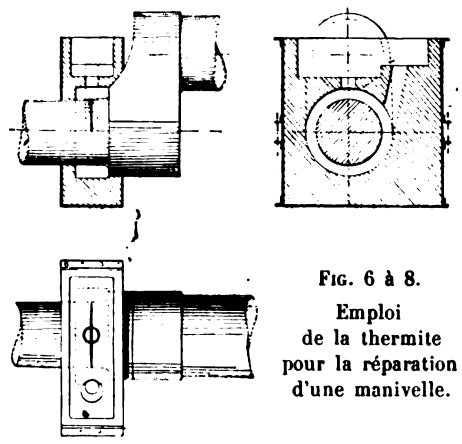


Fig. 6 à 8. Emploi de la thermite pour la réparation d'une manivelle.

L'application du même procédé aux lingots d'acier coulé se fait d'une façon analogue. Les figures 2 à 5 montrent comment on dispose, sur l'entonnoir de coulée du moule, une boîte annulaire (fig. 2 et 3) renfermant la thermite et comment les petites soufflures qui peuvent, malgré tout, se produire, existent seulement dans la masselotte supérieure (fig. 5).

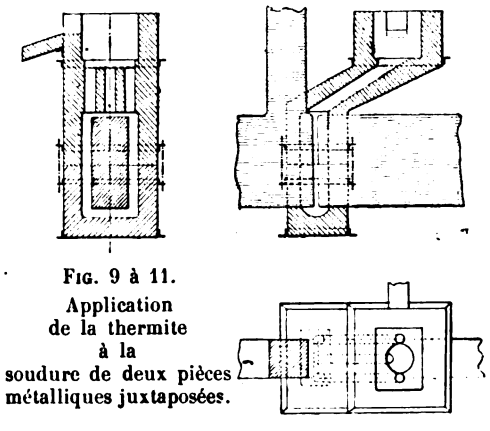


Fig. 9 à 11. Application de la thermite à la soudure de deux pièces métalliques juxtaposées.

De gros blocs d'acier destinés à la marine, pesant de 10 à 45 tonnes, ont été traités avec des quantités de thermite variant de 5 à 15 kilogr. réparties dans deux boîtes, et ont donné entière satisfaction. Dans la coulée ordinaire des lingots d'acier, il est, au contraire, difficile d'obtenir à coup sûr des pièces saines de grandes dimensions.

Les figures 6 à 8 représentent, dans un ordre d'idées un peu différent, l'emploi de la thermite à la réparation d'un arbre-manivelle de machine marine, et les figures 9 à 11 montrent la soudure de deux pièces métalliques distinctes, par le même procédé. Ce genre d'applications, pour lequel l'aluminothermie a été proposée tout d'abord, se répand de plus en plus, et on peut aujourd'hui citer de grosses pièces de machines ainsi remises en état et continuant leur service depuis longtemps. On conçoit à première vue quelle simplification, quelle rapidité et quelle économie procure ce procédé, puisqu'il suffit, sans déplacer la partie avariée, de l'entourer d'une enveloppe improvisée, d'y verser une petite quantité de thermite, et d'amorcer ensuite la réaction pour produire la disparition de la tapure.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 25, p. 444.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 31 août 1903.

M. le Secrétaire perpétuel entretient à nouveau l'Académie du Catalogue international de littérature scientifique, entrepris par la Société Royale de Londres, avec la coopération des principaux États. Il indique que la réunion du Comité international chargé du contrôle de ce travail aura lieu l'année prochaine, à Londres, au moment de la Pentecôte, en même temps que l'Assemblée générale de l'Association internationale des Académies.

Anatomie animale. — *Liquide fixateur isotonique avec l'eau de mer, pour les objets dont on ne veut pas éliminer les formations calcaires.* Note de M. M.-C. Dekhuyzen, présentée par M. Y. Delage.

Pour fixer les larves des oursins, qui contiennent des formations calcaires extrêmement délicates, il convient d'employer un liquide isotonique avec l'eau de mer, et qui ne contienne pas d'acide libre. Il est cependant douteux qu'on puisse réaliser cette condition avec une rigueur absolue. Les réactifs fixateurs utilisables contiennent toujours une petite quantité d'ions H, soit par impureté (la formaldéhyde contenant de l'acide formique, parce que COH^2 s'oxyde un peu en formant CO^2H^2), soit par hydrolyse (le sublimé, le bichromate de potassium), soit par ionisation (le chlorure de platine, qui n'est autre chose que du $PtCl^6H^2$).

Si l'on se tient dans les limites pratiques, on pourra se servir d'un liquide que l'auteur a composé par voie théorique et dont les résultats, dans la fixation, ont été satisfaisants. Il a déjà décrit antérieurement un liquide isotonique avec l'eau de mer, qui contenait du bichromate de potassium, du tétroxyde d'osmium et de l'acide nitrique.

Aujourd'hui, M. Dekhuysen établit la formule d'un liquide semblable, mais sans acide nitrique.

Ces deux liquides, utilisés par M. Y. Delage pour des fixations délicates de larves d'astéries, ont donné d'excellents résultats.

M. L. Belzecki adresse une Note *Sur la courbe d'équilibre d'un fil flexible et inextensible, dont les éléments sont sollicités par les pressions d'un remblai.*

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AUTOMOBILES

La voiture électromobile comme source de revenus pour les stations centrales. — L'*Electrical Review* (Londres), du 21 août, reproduit une communication de M. A. E. B. Ridley, dans laquelle il insiste sur l'importance que présenterait la charge des électromobiles pour les stations centrales.

Il montre d'abord que la moindre ville peut utiliser 25 voitures électriques, et, au tarif de 20 centimes le kilowatt-heure, fournir de ce chef une recette de 50 francs par jour.

Il fait ressortir ensuite le caractère régulier de cette charge, et son influence régulatrice sur la marche de l'usine.

Enfin, il fait remarquer que les heures de charge sont précisément en dehors des heures d'éclairage, ce qui améliore l'utilisation du matériel.

Après quelques indications sur les avantages que peuvent présenter les électromobiles en comparaison des véhicules attelés, l'auteur fait enfin remarquer que les Compagnies d'électricité n'ont pas envisagé jusqu'ici la question avec tout l'intérêt qu'elle mérite, et il estime qu'elles devraient faire quelques efforts pour favoriser le développement de cette industrie.

CHEMINS DE FER

Chaudières de locomotives à foyer tubulaire, système Brotan. — La *Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur-Vereines*, des 21 et 28 août, décrit d'une façon très détaillée un nouveau type de chaudière pour locomotives, dû à M. Jean Brotan.

Ce système est caractérisé par une boîte à feu, dont les parois antérieures et latérales sont constituées par des tubes de circulation d'eau. Le corps principal de la chaudière, avec les tubes de fumée usuels, fait suite à la face postérieure du foyer; il est surmonté d'un réservoir supérieur de vapeur, qui s'étend jusqu'au-dessus du foyer, et qui communique, d'une part avec lui, d'autre part avec la partie supérieure de chacun des tubes d'eau.

Le corps de chaudière est relié, en outre, par deux tubes qui débouchent à sa partie inférieure, au collecteur général qui reçoit les extrémités inférieures de tous les tubes du foyer.

La circulation de l'eau est donc la suivante: venant de la chaudière, elle arrive dans le collecteur du foyer, subit une vaporisation rapide dans le faisceau tubulaire, et monte au réservoir de vapeur. Une autre partie de l'eau, vaporisée dans la chaudière au contact des tubes de fumée, comme dans les locomotives ordinaires, se rend directement au réservoir supérieur.

L'ensemble de ces nouvelles dispositions a donné lieu à l'étude de nombreux détails de construction et d'assemblage des tubes, qui sont représentés et décrits dans l'article de M. Brotan.

Les tubes à circulation d'eau sont en forme de fer à cheval et fixés verticalement entre le collecteur inférieur et le réservoir de vapeur. La boîte à feu est enveloppée d'une chemise en tôle qui en complète l'étanchéité vis-à-vis des gaz de la combustion.

L'auteur fait ressortir tous les avantages de son système (suppression des entretoises, dilatation aisée de tous les organes, augmentation de la surface de chauffe, circulation rapide de l'eau, etc.) et reproduit les résultats d'essais comparatifs effectués le 20 janvier 1902, sur la ligne de Pilsen à Wolschan, avec une locomotive munie du foyer Brotan.

Les locomotives des Chemins de fer de l'Engadine (Suisse). — La Compagnie des Chemins de fer Rhétiques a fait récemment construire, pour assurer le service des lignes de Reichenau à Ilanz et de Thusis à Saint-Moritz (1), deux types de locomotives-tenders dont l'exécution a été confiée à la Société suisse de Winterthur.

Ces machines circulent sur des voies de 1 mètre.

Les locomotives de la première série sont du type Mogul, à simple expansion, avec trois essieux couplés et un essieu porteur à l'avant. Elles sont timbrées à 12 kilogr. et pèsent 34 tonnes en ordre de marche.

Les autres locomotives sont du type Mallet, à 4/5 essieux couplés, chaque paire d'essieux étant commandée par une paire de cylindres.

Mais, tandis que les premières machines de ce genre, mises en service sur les Chemins de fer Rhétiques, avaient un essieu porteur derrière le foyer, les nouvelles unités ont un essieu porteur situé tout à fait à l'avant du châssis, et qui reçoit une partie du poids des grands cylindres et de la boîte à fumée. Cette suppression du porte à faux de la partie antérieure de la machine permet de franchir les courbes dans de meilleures conditions.

Les locomotives Mallet, de la nouvelle série, sont timbrées à 14 kilogr. et pèsent 46 tonnes.

Des charrues à neige peuvent s'adapter à toutes ces machines.

La *Schweizerische Bauzeitung*, du 29 août, reproduit les plans détaillés de ces locomotives.

ÉLECTRICITÉ

Commande électropneumatique des aiguilles et des signaux, système Westinghouse. — Après avoir rappelé les nombreux systèmes de commande à distance des signaux et des aiguilles, essayés à différentes époques par les Compagnies de chemins de fer (tringles, fil de fer, air comprimé, eau sous pression, électricité, ou combinaisons de deux de ces moyens), M. H. Martens étudie, dans le *Dinglers Polytechnisches*, des 29 août et 5 septembre, le système électropneumatique Westinghouse (2).

Ce genre d'installations a été employé dans nombre de gares anglaises et américaines, notamment à la gare de Boston. Il a reçu, en vue d'applications sur les chemins de fer allemands, les modifications nécessaires pour satisfaire aux prescriptions suivantes :

Chaque levier d'aiguille est manœuvré librement tant que le signal conjugué est à l'arrêt; le signal ne peut être effacé que si toutes les aiguilles conjuguées sont dans leur position normale; les aiguilles que franchit le train sont verrouillées; les signaux qui permettent des mouvements donnant lieu à collisions sont enclenchés entre eux; les avaries dans les organes produisent la mise à l'arrêt des signaux; enfin les modifications dans le groupement et la subordination des appareils peuvent être réalisées rapidement.

La commande des appareils a lieu, dans le système Westinghouse, par l'air comprimé à 4 ou 5 kilogr., fourni par un compresseur. Ici, la distribution est au contraire réglée par des électros, que l'on actionne au moyen du courant d'une petite batterie d'accumulateurs (15 volts, par exemple).

La cabine de manœuvre est disposée, comme dans les systèmes mécaniques, avec une table d'enclenchements mécaniques et électriques commandant les manettes, dont le nombre est ici plus restreint.

Les aiguilles sont commandées par l'air comprimé dans les deux positions qu'elles peuvent occuper; pour les signaux, au contraire, la mise à l'arrêt se fait par le poids de l'appareil, et est toujours assurée.

M. Martens décrit en détail le mécanisme d'un levier d'aiguille, d'un levier de signal, d'une commande d'aiguille et des organes accessoires de ces divers appareils, et fait ressortir certains avantages du système électropneumatique sur la commande mécanique, notamment la grande distance à laquelle les aiguilles et signaux peuvent être placés de la cabine, ce qui permet de centraliser la manœuvre dans un nombre minimum de postes.

Station centrale de Wimbledon. — La ville de Wimbledon (46000 habitants), voisine de Londres, est pourvue d'une usine électrique qui, en outre d'un éclairage public très important (5000 lampes de 8 bougies), alimente par courants alternatifs un réseau qui dessert les particuliers. L'*Electrical Review* (Londres), du 14 août, décrit cette installation.

L'usine renferme cinq chaudières multitubulaires (1700 chevaux) avec surchauffeurs et économiseurs; deux de ces chaudières brûlent des détritus (30 tonnes par jour). Le matériel des générateurs comprend cinq groupes (trois de 120 kilowatts, et un de 350 kilowatts) formés d'une machine à vapeur verticale et d'un alternateur à disque. La tension primaire est de 2250 volts, la fréquence 50. Chaque alternateur est pourvu d'une excitatrice séparée.

Les feeders primaires sont en câble armé concentrique, avec le conducteur extérieur à la terre. Il existe un réseau entièrement distinct pour l'éclairage public. Au moment de l'allumage, ce réseau est mis en charge sur une machine distincte, qu'on couple ensuite en parallèle avec l'usine.

Le système de la « demande maximum » est appliqué aux particuliers, avec tarif de 0 fr. 70 pour la première heure et 0 fr. 20 pour les heures suivantes.

L'usine, actuellement en voie d'agrandissement, va fournir en outre l'énergie à Merton.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

Calcul des prix de revient dans les usines de constructions mécaniques. — M. Stephan Recsei recherche, dans la *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur-Vereines*, des 7 et 12 août, les manières les plus pratiques d'établir les prix de revient des machines. Il groupe les dépenses faites par l'usine en trois catégories : valeur du matériel (grevé de son amortissement) et des matières premières; salaires payés concernant la fabrication, et frais généraux. Les deux premières, seules, sont susceptibles de produire des bénéfices.

Divers exemples font ressortir la différence entre les prix accusés par la comptabilité telle que l'expose M. Recsei, et d'autres manières de calculer, qui ne tiennent pas suffisamment compte de tous les éléments en présence.

Comparaison entre les différents sytèmes de salaires. — Outre les modes les plus simples de paiement, basés sur le prix de l'heure ou sur celui de l'objet fabriqué, on a depuis longtemps proposé des systèmes de primes destinés à tenir compte du mérite et des qualités de l'ouvrier, ainsi que des bénéfices procurés à l'usine par la fabrication de l'objet.

M. Schiller compare dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 22 août, les systèmes de paiement à l'heure et aux pièces, et les primes préconisées par M. Halsey, par M. Rowan, par M. Ross et par M. Schiller, chaque système étant traduit en formules et en courbes.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLI, n° 23, p. 357, et t. XLIII, n° 12, p. 188.

(2) Voir le *Genie Civil*, t. XXVIII, n° 23, p. 358, et n° 24, p. 372.

Digitized by Google

Ces systèmes de primes, dont les bases sont multiples et prêtent à de nombreuses combinaisons, sont étudiés en détail et font l'objet de plusieurs tableaux d'où ressortent leurs avantages respectifs.

MÉCANIQUE

Les ateliers Westinghouse, à Manchester. — Le journal *Traction and Transmission* décrit en détail les nouveaux ateliers de construction électrique et mécanique que la Compagnie Westinghouse vient de créer à Manchester. L'ensemble est réparti en neuf bâtiments sans étage, à l'exception des galeries et du bâtiment des bureaux.

L'atelier de machines est pourvu d'un pont roulant de 50 tonnes; il renferme plusieurs outils de grande puissance, parmi lesquels : un tour pouvant recevoir un diamètre de 3m 15 sur une longueur de 13m 80 entre pointes; une machine à aléser verticale, avec table tournante de 5m 60; et une plate-forme de 19m 50 × 7m 30, sur laquelle s'effectuent les travaux par machines-outils mobiles.

La fonderie d'acier est pourvue d'appareils de manutention électrique. Elle est complétée par un laboratoire d'essai des matériaux.

L'énergie, distribuée électriquement, est produite dans une station qui renferme deux génératrices de 750 kilowatts et deux de 250 kilowatts; le courant triphasé est fourni sous 440 volts, à la fréquence 25, pour l'alimentation des moteurs, il est transformé à 110 volts pour l'éclairage à incandescence, et en courant continu à 500 volts pour l'éclairage par arc (10 lampes Westinghouse-Bremer en série).

Les gros outils sont actionnés par moteurs distincts; mais en général les transmissions sont commandées par sections. Toutes les transmissions sont en acier de 75 millimètres, à 225 tours, avec paliers d'un type uniforme et chaises d'un très petit nombre de types. Les poulies sont en acier forgé.

L'article se termine par une série de descriptions sommaires du matériel construit par la Compagnie : alternateurs, moteurs d'induction, génératrices à courant continu, matériel de traction, contrôleurs électro-pneumatiques, transformateurs, appareillage, wattmètres, lampes à arc, freins magnétiques, machines à vapeur, turbines, moteurs à gaz à simple et double effet.

Dimensions des pièces pour le montage à la presse. — Dans l'*American Machinist*, du 22 août, M. Riddell donne les différences de diamètre qu'il est d'usage d'adopter entre la pièce mâle et la pièce femelle, pour le montage à la presse. Il résume ces renseignements en un graphique qui donne, en outre, les différences de diamètre à observer pour obtenir un emmanchement libre, mais sans jeu appréciable.

Les courbes, au nombre de quatre (en plus de la précédente), se rapportent aux cas suivants :

Montage des collecteurs ou des moyeux fendus;

Montage à la presse des croisillons d'induits en acier;

Montage à la presse des croisillons d'induits en fonte;

Montage serré pour pièces d'accouplement.

Les différences de diamètre sont exprimées, en millièmes de pouces, en fonction des diamètres, pour des arbres de 2 pouces à 12 pieds.

Laminoir trio universel. — Le *Stahl und Eisen*, du 15 août, décrit un laminoir universel, construit par les ateliers Sack, où la commande des cylindres verticaux, par engrenages coniques, a été l'objet de précautions particulières. On a donné aux pignons les dimensions nécessaires pour que les pressions sur les dents ne dépassent pas une limite modérée, et fait supporter, sur chaque axe vertical, les efforts résultant du poids des cylindres, et des autres forces extérieures, par un palier de butée supérieur, au lieu de la crapaudine inférieure qui est employée généralement, et qui risque souvent de s'échauffer. La lubrification de ces organes est assurée d'une façon méthodique. Les détails de ce laminoir sont étudiés très complètement, ainsi que les appareils accessoires du train : rouleaux d'entraînement, cisailles, etc.

Théorie des poutres droites continues reposant sur plusieurs appuis. — M. Francke étudie, dans la *Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen* (n° 6 de 1903), les réactions élastiques et les déformations des poutres continues en partant du cas le plus simple, où elles reposent sur deux appuis seulement, et en passant de là aux poutres à appuis multiples, encastrées ou non à leurs extrémités.

MINES

Les terrains sédimentaires anciens du district d'Iglesias (Sardaigne). — M. Henrotin, Ingénieur à la mine de Nebida, cherche à déterminer dans une note publiée par la *Revue universelle des Mines*, de mai, l'âge relatif des trois groupes de terrains sédimentaires anciens compris dans le district d'Iglesias, au sud-ouest de la Sardaigne. Cette région si importante au point de vue minier, malgré son peu d'étendue (30 kilom. sur 20 kilom.), comprend deux groupes bien distincts de terrains sédimentaires : les anciens, dont s'occupe l'auteur, contenant de grands amas de minerais de zinc et de plomb et divisés en trois groupes principaux, les grès, les calcaires et les schistes; les autres, plus récents, pour la plupart tertiaires, renfermant des gisements importants de lignite éocène.

L'un des caractères frappants de ces terrains est l'extrême rareté des fossilles. Le général de la Marmora raconte, dans le voyage en Sardaigne qu'il publia en 1857, que ce n'est qu'après plusieurs années de recherches qu'il découvrit, dans les schistes, le premier fossile, se rattachant au genre graptolite, d'après lequel il classa ceux-ci dans l'étage silurien. En 1880 seulement, le professeur Meneghini rencontra dans le massif des grès, des fossiles qu'il reconnut appartenir aux genres caractéristiques du cambrien. Dans les calcaires métallifères, les fossiles sont complètement inconnus.

Le massif central des grès fut donc reconnu plus ancien que la couronne des schistes; d'autre part, les calcaires étant considérés comme superposés à ces derniers, l'hypothèse de la formation atollique des calcaires métallifères, fut émise. Si on admet cette hypothèse, l'avenir des mines d'Iglesias serait restreint. Si au contraire on considère le terrain calcaire comme intermédiaire aux deux autres, la minéralisation s'étendrait en profondeur et l'exploitation des gisements de zinc et de plomb ne serait limitée que par des difficultés d'exploitation.

M. Henrotin se basant uniquement sur les caractères stratigraphiques et pétrographiques de la région, estime que l'examen des deux contacts : *schiste-calcaire*, *calcaire-grès*, ne peut laisser aucun doute sur l'ordre de succession de ceux-ci. Il constate la concordance de stratification qui existe entre les bancs calcaires et grèseux. De l'ensemble de ses observations, il résulterait que les grès et les calcaires appartiennent au même âge géologique et ne peuvent être séparés l'un de l'autre. Les terrains sédimentaires de l'Iglesiente se rapporteraient donc à deux époques bien distinctes : la première, celle de la formation schisteuse; la seconde, séparée de celle-ci par une longue période continentale, où se sont déposés les calcaires et les grès, ceux-ci postérieurs à ceux-là. Quant aux époques géologiques auxquelles doivent être rapportées ces périodes, l'auteur pense que la paléontologie seule pourra répondre.

Les mines de diamants de Kimberley. — Dans l'*Engineering and Mining*, du 15 août, M. T. Lane Carter publie sous le titre « Notes de Kimberley », une étude sur les célèbres mines diamantifères de l'Afrique australe.

L'auteur donne d'abord, d'après les idées géologiques actuellement en cours, la théorie de la formation des cheminées de nature volcanique dans lesquelles se trouve le diamant. Les cinq cheminées, qui sont le siège d'une exploitation, auraient une origine et un tronc communs. Ce mode de formation est d'ailleurs unique dans les annales géologiques.

Les conditions d'exploitation sont ensuite exposées; elles seraient favorables en ce sens que les cheminées présenteraient une constance et une homogénéité qui semblent se poursuivre en profondeur.

La question du travail aux grandes profondeurs ne se posera d'ailleurs pas d'ici longtemps, comme dans le Rand; la demande en diamants est très limitée, sujette il est vrai à variation, mais l'extraction aux faibles profondeurs suffira encore longtemps à la consommation.

Il y a d'ailleurs des zones payantes et d'autres presque stériles, reconnaissables le plus souvent à l'aspect extérieur qui est différent.

L'auteur décrit les procédés d'exploitation et les dangers spéciaux auxquels on est exposé dans le travail de ces mines (notamment l'envahissement par la boue); ces dangers sont moindres qu'autrefois, l'exploitation se faisant maintenant régulièrement d'une façon méthodique et scientifique. Les procédés de séparation, de lavage, d'enrichissement, les conditions économiques du travail, la question de main-d'œuvre et les conditions d'existence des Cafres mineurs, les particularités résultant de la nature spéciale du produit extrait sont ensuite passés en revue. A noter cependant que le travail n'est contrôlé par aucun essai de laboratoire, l'outillage mécanique et les modes d'exploitation seuls sont modernes.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

L'obtention et la mesure des très basses températures. — M. Morris W. Travers, professeur-adjoint de chimie à University-College (Londres), étudie, dans la *Revue générale des Sciences*, du 15 juin, l'obtention et la mesure des très basses températures.

Il montre tout d'abord comment on mesure la température de la glace, de l'air liquide et de l'hydrogène liquide sur l'échelle du thermomètre à gaz Travers et Jacquerod dont il donne la description.

Il indique ensuite le procédé qu'il a employé pour liquéfier l'hydrogène.

Ses recherches sur la liquéfaction de ce gaz qui ont eu pour origine quelques expériences entreprises dans le but d'obtenir une petite quantité de liquide, afin de séparer le néon de l'argon et de l'hélium avec lesquels il est associé dans l'atmosphère, le conduisirent à conclure qu'il était absolument nécessaire d'employer l'air liquide comme agent réfrigérant, et, si possible, de refroidir le gaz à la température de l'air liquide bouillant sous pression réduite.

Dans l'appareil qu'il a alors imaginé, l'hydrogène arrive d'un compresseur Whitehead modifié sous une pression d'environ 150 atmosphères et passe premièrement à travers un serpentin plongé dans un récipient rempli d'un mélange d'acide carbonique et d'alcool solide (— 78° C.). Il est conduit ensuite à travers un deuxième serpentin qui est renfermé dans un vase formé de deux enveloppes de verre placées l'une dans l'autre et contenant l'air liquide. De là, le gaz passe dans un troisième serpentin réfrigérant à l'air liquide, également, où la température est abaissée au-dessous de 200° C. grâce à de l'air liquide bouillant sous pression réduite. L'hydrogène, comprimé, entre finalement dans un serpentin régénérateur, contenu dans le récipient à vide, et, se détendant à un pointeau, se refroidit encore davantage; puis, il se répand au-dessus à travers les interstices du serpentin, refroidit le gaz qu'il renferme et ensuite retourne au compresseur par les chambres des différents serpentins. L'hydrogène liquide, qui a été formé par la détente du gaz comprimé, s'échappe à travers un tube en spirale reliant l'intérieur du récipient à vide avec le bec inférieur, et il est recueilli dans un second récipient à vide placé au-dessous.

La plus basse température mesurée a été celle du point de fusion de l'hydrogène solide : 14,1 degrés absolus. En faisant évaporer de l'hydrogène solide sous une pression réduite, il est possible de réduire encore la température, mais probablement pas au-dessous de 13 degrés absolus. L'auteur espère que bientôt on liquéfiera l'hélium et qu'il sera possible alors d'obtenir des températures correspondant à 5 et 6 degrés absolus.

Progrès dans l'emploi de la vapeur surchauffée. — M. Burkhardt-Gleiwitz expose dans le *Stahl und Eisen*, des 15 juillet et 15 août, l'importance de la surchauffe de la vapeur, et les progrès récents des appareils qui l'utilisent. Parmi les principaux promoteurs, après Hirn, il signale MM. Schwörer et Schmidt, qui ont mis en évidence l'économie de charbon, la diminution des condensations dans les cylindres et les conduites, et l'absence d'accidents dus à l'entraînement d'eau, qu'elle permet de réaliser.

L'auteur examine l'emploi de la vapeur dans les moteurs à expansion simple et multiple, notamment en renouvelant la surchauffe à chaque degré de détente, et résume dans un tableau les économies de vapeur et de charbon, constatées dans vingt-trois installations. Il cite plusieurs modèles de surchauffeurs et indique leur mode d'installation ordinaire, suivant le type de chaudière auquel on les associe. Il insiste en même temps sur la construction des organes de machines, qui doivent travailler avec la vapeur surchauffée : soupapes, conduites (joints de dilatation, calorifuges), et sur la manière d'assurer leur lubrification.

Digitized by Google

Le surchauffeur Cruse. — L'*Engineer*, du 14 août, décrit un type de surchauffeur dans lequel la température de la vapeur est réglée par une circulation d'eau, dans des tubes de cuivre placés au centre des tubes d'acier qui constituent le surchauffeur proprement dit.

Cette eau de circulation peut être empruntée à la chaudière et lui être retournée ensuite; ou bien elle peut être prise dans les économiseurs ou même sur la conduite d'alimentation, auquel cas l'appareil joue en même temps le rôle de réchauffeur d'alimentation.

Lorsque l'appareil est monté comme surchauffeur indépendant, il est combiné avec des réservoirs d'eau qui fournissent une provision d'eau chaude et donnent à la chaudière une certaine élasticité dans le cas où l'allure est très variable.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Essais des ciments. — Les essais rapides que l'on fait subir aux briquettes de ciment, quelques jours seulement après leur prise, font l'objet d'une étude parue dans l'*Engineering Record*, du 15 août, et dans laquelle se trouvent résumés un mémoire de M. W. P. Taylor et la discussion que sa lecture a provoquée.

On sait que pour apprécier les qualités de durabilité d'un ciment et la façon dont il se comportera dans la suite, il est d'usage de faire subir aux éprouvettes un traitement ayant, croit-on, pour effet d'amener en quelques heures le ciment dans le même état que celui où les intempéries le mettraient, mais au bout de plusieurs années. Ces épreuves se font à l'eau chaude ou bouillante, à la vapeur aux gaz chauds, etc. On observe alors l'état de désagrégation des éprouvettes et on essaye ensuite des briquettes traitées de même, à la traction, à la compression comme à l'ordinaire.

Le Laboratoire d'essais des matériaux de Philadelphie a entrepris, sous la direction de M. Taylor, de rechercher si la confiance qu'on accorde à de pareils essais est justifiée et, si elle l'est, dans quelles limites.

Il résulte de ces recherches que la façon de faire l'essai a une grande influence; la forme de l'éprouvette n'en a pas, pourvu que l'essai dure assez longtemps, de façon que le cœur de la pièce éprouvée soit atteint. L'âge du ciment, c'est-à-dire le temps depuis lequel il est pulvérisé, la finesse du grain, la nature, la proportion, la grosseur du sable avec lequel on le mélange pour en faire un mortier, le temps de prise sont autant de causes venant altérer le résultat trouvé.

Généralement, un ciment qui a donné de bons résultats à l'essai accéléré fera un bon usage, mais on ne peut rien conclure d'un ciment qui s'est mal comporté et qui cependant peut être très bon.

SCIENCES

Les rapports de la chimie avec l'art de l'Ingénieur. — M. W. Ostwald a fait à Munich, devant l'Assemblée générale du « Verein deutscher Ingenieure », un discours sur les rapports de la chimie avec l'art de l'Ingénieur, que reproduit la *Zeitschrift des Vereines*, du 29 août.

Il y expose les progrès incessants de ces deux branches de la science, et les encouragements qu'elles se donnent mutuellement par l'étude commune de nombreuses questions, notamment de l'électrochimie et de la composition chimique des combustibles.

Nouveaux instruments de précision du laboratoire Ryerson. — L'Université de Chicago publie sous ce titre, à la date du 1er juillet, une brochure où se trouvent décrits les appareils suivants, principalement destinés à l'enseignement :

1° Un appareil remplaçant la machine d'Atwood; il se compose d'un diapason dont une branche est munie d'un style inscripteur, qui se trouve en face d'un tableau noirci. Un dispositif spécial permet à la fois de déclencher et de faire vibrer le diapason, qui, dans sa chute, trace une sorte de sinusoïde permettant de déduire l'accélération de la pesanteur, si la période du diapason est connue. Un système de poulies permet de solidariser avec le diapason des masses additionnelles, et de vérifier, comme avec la machine d'Atwood, la proportionnalité des forces aux masses et aux accélérations ;

2° Un appareil (composé d'un disque tournant avec diapason inscripteur) servant à la détermination directe du moment d'inertie;

3° Un appareil pour la mesure directe du module d'élasticité. L'allongement du fil métallique, sous une charge connue, est mesuré par un dispositif d'amplification optique;

4° Un appareil pour la mesure de la tension des vapeurs. Cet appareil est formé d'une sorte de baromètre à siphon, dont la petite branche, en forme de sphère, aurait été fermée hermétiquement après introduction d'un liquide (avant la fermeture, on fait bouillir ce liquide pour chasser l'air). Il suffit de plonger la partie inférieure du système dans un vase plein d'eau à une température connue, pour lire immédiatement sur une échelle la tension de vapeur correspondante. L'appareil, plus commode que celui de Dalton, ne nécessite pas l'emploi du cathétomètre.

La brochure est accompagnée de quelques tableaux d'expériences montrant le degré d'approximation obtenu avec ces divers appareils.

DIVERS

Les bureaux de dessin. — L'*American Machinist*, du 15 août, reproduit une communication de M. G. M'George relative à l'organisation matérielle des bureaux de dessin.

Au point de vue de l'éclairage, il conseille de placer les fenêtres aussi haut que possible, et de fournir la lumière artificielle, soit par des lampes à arc avec réflecteurs vers le plafond blanchi, soit par des lampes à incandescence individuelles.

La ventilation artificielle doit également être assurée.

L'auteur donne quelques renseignements sur les tables à dessin; il n'est pas partisan des tables verticales, dont l'emploi est fatigant, et qui ne permettent pas au dessinateur de conserver autour de lui les dessins de référence.

La surface à prévoir est de 9 mètres carrés par dessinateur, ou même davantage.

L'auteur donne des détails sur la machine à dessiner universelle, sur les dispositions prises pour supprimer le jeu des pivots. Cette machine évite d'une part le changement fréquent d'instruments, et d'autre part permet de tracer en même temps qu'on mesure, ce qui réduit beaucoup l'emploi de la gomme. L'économie de temps réalisée par l'emploi de cette machine est d'environ 33 °/₀.

Il termine en exposant les avantages qui résultent de la séparation, dans le bureau de dessin, de la surveillance et de l'élément technique: le chef de bureau ne s'occupe que de la discipline et de la répartition du travail, les Ingénieurs n'ayant à s'occuper que du côté technique.

Ouvrages récemment parus.

Les Industries chimiques et pharmaceutiques, par A. Haller, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences de Paris. — Deux volumes grand in-8° de 850 pages, avec 108 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1903. — Prix : les deux volumes brochés, 20 francs.

M. A. Haller était rapporteur du jury de la classe 87 à l'Exposition universelle de 1900 et l'ouvrage qu'il vient de faire paraître est une sorte de rapport sur l'état de l'industrie chimique telle qu'elle était au moment de l'Exposition. L'auteur s'est servi pour cette étude des renseignements qu'il a pu recueillir sur place à l'Exposition même et des documents supplémentaires qu'il s'est procurés pour les industries qui y étaient mal représentées.

L'ouvrage débute par une introduction qui ne comprend pas moins de 90 pages, et dans laquelle M. Haller fait un historique très court de l'industrie chimique, et montre comment elle a évolué; il analyse les causes qui expliquent la prospérité de l'Allemagne (esprit d'association, conditions économiques, organisation scientifique, caractère des universités et écoles spéciales, réformes de l'enseignement dans un sens plus pratique), des États-Unis, et l'état stationnaire de l'Angleterre et de la France; il étudie les moyens de relever notre situation et expose ses vues sur les réformes qu'il y aurait lieu d'introduire dans notre enseignement pour obtenir ce résultat.

La suite est divisée en dix chapitres :

I. Grande industrie chimique.
II. Produits de la petite industrie chimique.
III. Matières colorantes artificielles et extraits de bois de teinture.
IV. Produits de la distillation sèche. Pétrole.
V. Parfums naturels et synthétiques.
VI. Couleurs minérales. Laques. Vernis.
VII. Savons.
VIII. Colles et gélatines.
IX. Matières plastiques. Soies artificielles.
X. Produits coloniaux.

L'importance de ces différents chapitres est très diverse : ainsi le premier (acides minéraux, soude et chlorures décolorants) occupe la majeure partie du premier volume, les huit derniers se trouvent dans le deuxième volume et le dernier chapitre n'est guère qu'une simple énumération des produits de nos colonies, des applications nouvelles dont ils sont susceptibles et de quelques études spéciales dont ils ont été l'objet.

Chacun de ces chapitres comprend :

1° Des considérations générales sur les genres d'industries qui y sont décrites; le caractère commun à ces industries, justifiant la classification; leur développement et les modifications plus ou moins profondes qu'elles ont subies depuis une dizaine d'années;

2° Une étude spéciale de chacun des États représentés à l'Exposition avec les caractères particuliers que chaque industrie y revêt en raison des conditions locales;

3° Une énumération des principales maisons (raison sociale et adresse) qui ont pris part à l'Exposition, avec des renseignements plus détaillés sur leur genre particulier d'industrie comme : la situation des usines; des chiffres statistiques, l'organisation commerciale (syndicats et sociétés), l'organisation du travail, les institutions ouvrières et quelquefois un historique ;

4° Un exposé des nouveaux procédés, des nouveautés et perfectionnements introduits dans les industries chimiques depuis 1889. Cet exposé est fait à la fois au point de vue théorique et pratique; il est très complet et très détaillé, si bien que l'ouvrage représente l'état actuel de l'industrie chimique dans le monde entier. Cette quatrième partie comprend 180 pages pour la grande industrie chimique; l'auteur y signale notamment la révolution profonde produite par l'introduction récente dans le domaine industriel des procédés électrolytiques (soude et chlore). La fabrication de l'anhydride sulfurique par les procédés de contact; l'industrie de l'indigo artificiel et naturel, celle des nouvelles matières colorantes et odorantes artificielles y sont décrites avec détails.

L'ouvrage est accompagné de nombreuses figures relatives aux seules nouveautés; il renferme également un grand nombre de renseignements bibliographiques; les numéros, dates et titres des brevets importants y sont donnés.

Épuration des eaux d'alimentation de chaudières et désincrustants, par A. Taveau (*Encyclopédie des Aide-Mémoire*). — Un volume petit in-8° de 160 pages, avec 19 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1903. — Prix : broché, 2 fr. 50; cartonné, 3 francs.

Les difficultés fréquemment rencontrées pour obtenir des eaux d'alimentation de bonne qualité obligent souvent à épurer les eaux impures dont on dispose ou à employer des désincrustants.

L'auteur passe en revue les principales impuretés de l'eau et les méthodes d'analyse; puis les divers procédés d'épuration chimique et physique.

Les produits désincrustants, leur préparation et leur mode d'emploi font l'objet d'un chapitre spécial.

Annuaire international des Sociétés savantes, par H. Delaunay, Ingénieur des Arts et Manufactures. — Un volume grand in-8° de 780 pages. — Lahure, éditeur, Paris, 1903. — Prix : 10 francs.

M. Delaunay, secrétaire de la Commission des Congrès à l'Exposition de 1900, a profité de cette occasion pour recueillir et classer de précieux renseignements statistiques sur les Sociétés savantes du monde entier. L'utilité d'une telle publication, pour tous ceux qui font des voyages scientifiques ou doivent organiser des congrès, est évidente.

L'auteur a groupé les sociétés scientifiques, littéraires et artistiques, par ville et par ordre alphabétique, les classifications rationnelles lui ayant paru trop incertaines et arbitraires.

Le Gérant : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE, PARIS.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 21. N° 1110. Samedi 19 Septembre 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro :** 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics :** Le déplacement de la passerelle de Passy, sur la Seine, à Paris, p. 321; J. Feugères. — **Enseignement :** Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers. Section des métaux *(suite et fin)*, p. 324; P. Breuil. — **Constructions civiles :** Ateliers de menuiserie de la nouvelle usine de Nüremberg *(planche XXI)*, p. 327. — **Chemins de fer :** Les locomotives à voie étroite *(suite)*, p. 328; Henry Martin. — **Variétés :** Dynamomètre de transmission, p. 332; — Grillage du minerai mixte de plomb et de zinc, de Broken Hill, p. 333; — Balance voltamétrique, système Pfanhauser, p. 333.

Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (7 septembre 1903), p. 334. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 334; — Ouvrages récemment parus, p. 336.

Planche XXI : Ateliers de menuiserie de la nouvelle usine de Nüremberg.

TRAVAUX PUBLICS

LE DÉPLACEMENT DE LA PASSERELLE DE PASSY

sur la Seine, à Paris.

On sait que la ligne n° 2, ou Circulaire par les boulevards extérieurs, du chemin de fer Métropolitain de Paris, doit traverser la Seine en deux endroits, à Passy et au pont de Bercy [1].

dans le *Génie Civil* [1] et qui comporte, en outre du chemin de fer Métropolitain, une voie charretière donnant passage aux voitures et aux piétons.

Le tracé de cet ouvrage occupant exactement l'emplacement de la passerelle de Passy, la suppression de celle-ci s'imposait dès le début des travaux. On ne pouvait admettre, cependant, de supprimer, pendant toute leur durée, la seule voie mettant en communication, à travers le fleuve, les quartiers de Passy et de Grenelle, et il était de toute nécessité de pourvoir au rétablissement provisoire de cette passerelle.

Deux solutions se trouvaient en présence : ou construire une passe-

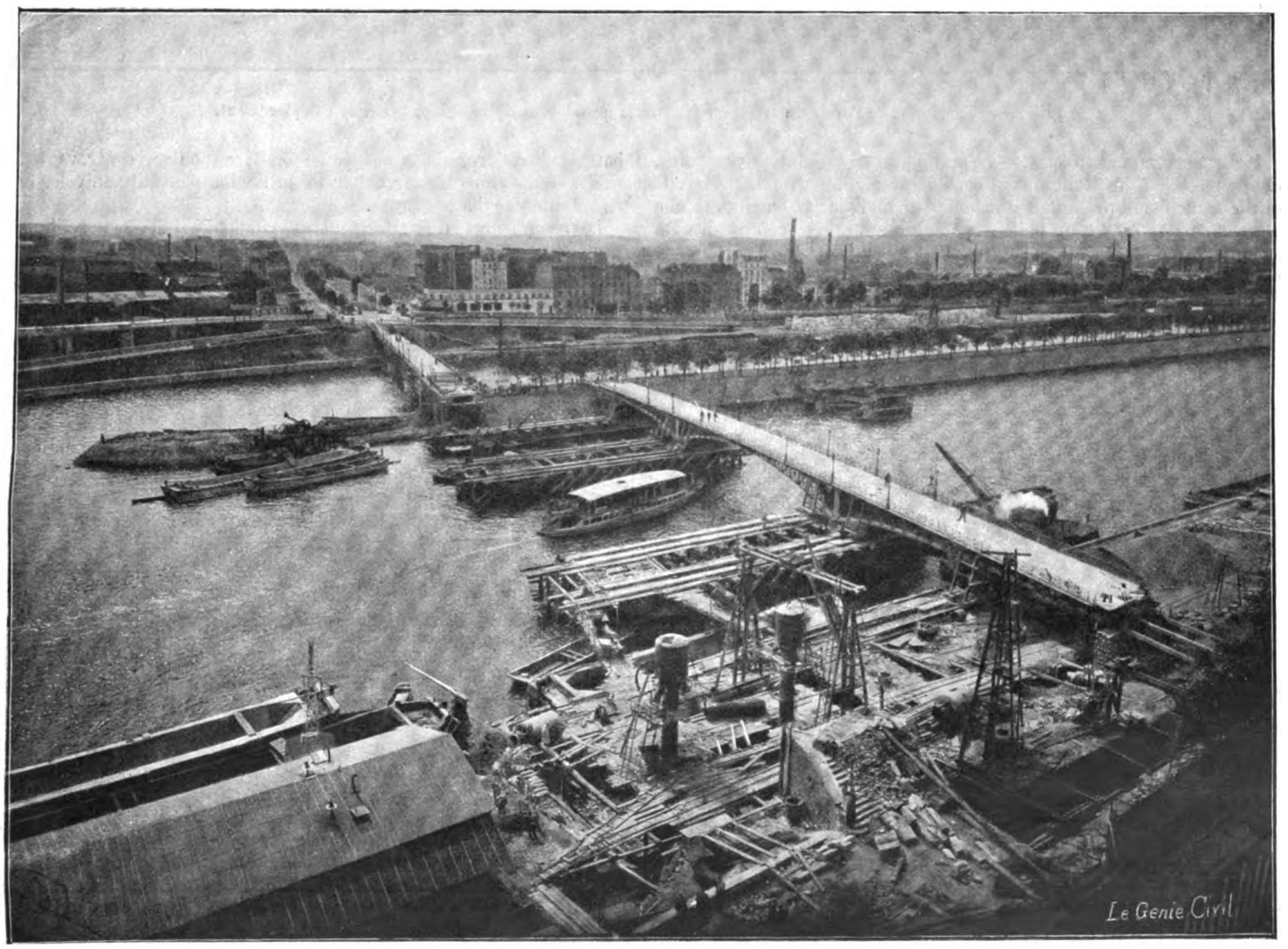


Fig. 1. — Déplacement de la passerelle de Passy : Vue après le déplacement de la partie située sur le grand bras de la Seine.

La traversée aval, c'est-à-dire celle de Passy, a lieu à l'extrémité amont de l'île des Cygnes et, à cet effet, une délibération du Conseil municipal de Paris, en date du 18 janvier 1902, a décidé la construction d'un viaduc à deux étages, dont la description a déjà été donnée

relle neuve en charpente, ou utiliser l'ancienne en la reportant, parallèlement à elle-même, à la distance nécessaire pour faire place aux chantiers de construction du viaduc.

C'est cette dernière solution qui a prévalu, tant à cause de l'écono-

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XXXIX, n° 12, p. 195.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLII, n° 23, p. 361.

Digitized by Google

mie qu'elle procure que de sa rapidité d'exécution. Grâce aux mesures prises, on a pu déplacer ainsi la passerelle en un temps très court, et sans interrompre la navigation.

Nous allons décrire les moyens, d'ailleurs très différents, employés pour les parties de la passerelle correspondant à chaque bras du fleuve.

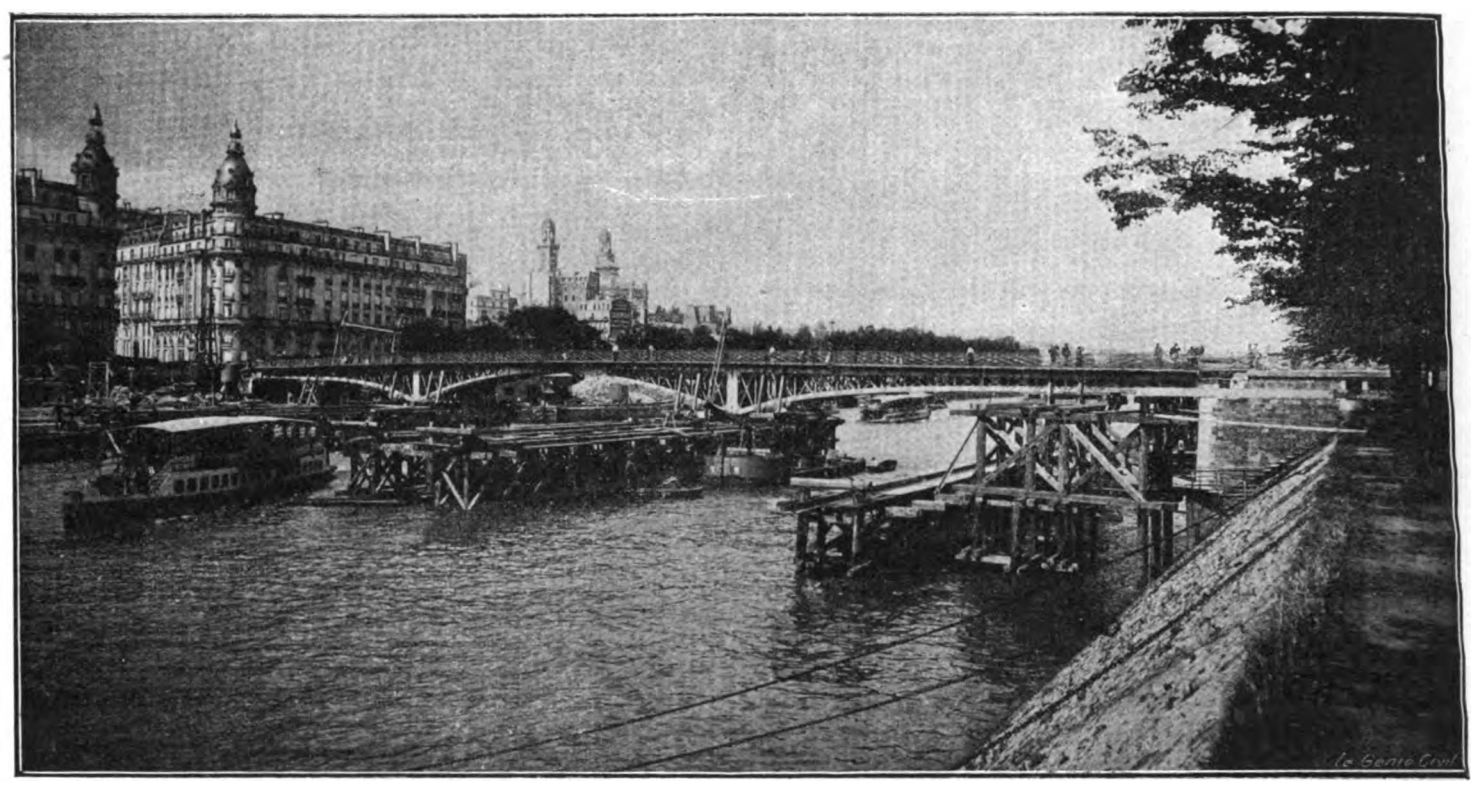


Fig. 2. — Vue, prise de l'aval, de la passerelle sur le grand bras de la Seine, avant son déplacement.

Passerelle du grand bras. — Le grand bras de la Seine, sur ce point, donne passage à un trafic fluvial considérable. La partie de passerelle qui le franchissait présentait une longueur totale de 120 mètres et une largeur de 6m50, avec un poids de 320 tonnes. Elle se composait d'un arc central de 46 mètres d'ouverture, avec articulation à la clef, et de deux demi-arcs de 37 mètres joignant l'arc central aux culées; ce dernier reposait, à chacune de ses extrémités, sur deux piles jumelées.

Le programme arrêté pour le déplacement consistait à établir, près de chaque culée et autour de chaque groupe de piles, un chemin ou plate-forme de roulement P (fig. 3 et 4) en charpente, perpendiculaire à l'axe de la passerelle, et permettant de faire circuler cette dernière au moyen de tractions rythmées exercées dans le sens de chaque plate-forme.

Ces dernières, dressées dans un même plan parfaitement horizontal, se composaient chacune de quatre cours de moises de 30 × 30 en sapin, assemblées et boulonnées au sommet de pieux de 0m50 de diamètre, battus en rivière. Cette charpente était, en outre, contreventée et raidie suffisamment pour éviter toute flexion pouvant déniveler l'horizontalité des plates-formes.

Les membrures en arc des poutres principales de la passerelle ne se prêtaient nullement à un ajustement sur les chemins plans de roulement; on obvia à cette difficulté à l'aide de sommiers en charpente, dont la partie supérieure épousait exactement la courbure des arcs, qui purent ainsi être assis et boulonnés sur ces sommiers; la partie inférieure de ceux-ci fut, au contraire, établie horizontalement et de façon à correspondre exactement à la section des plates-formes de roulement.

Toutes choses ainsi disposées, on souleva la passerelle, au moyen de vérins, d'une hauteur de 0m20 environ, permettant d'introduire des

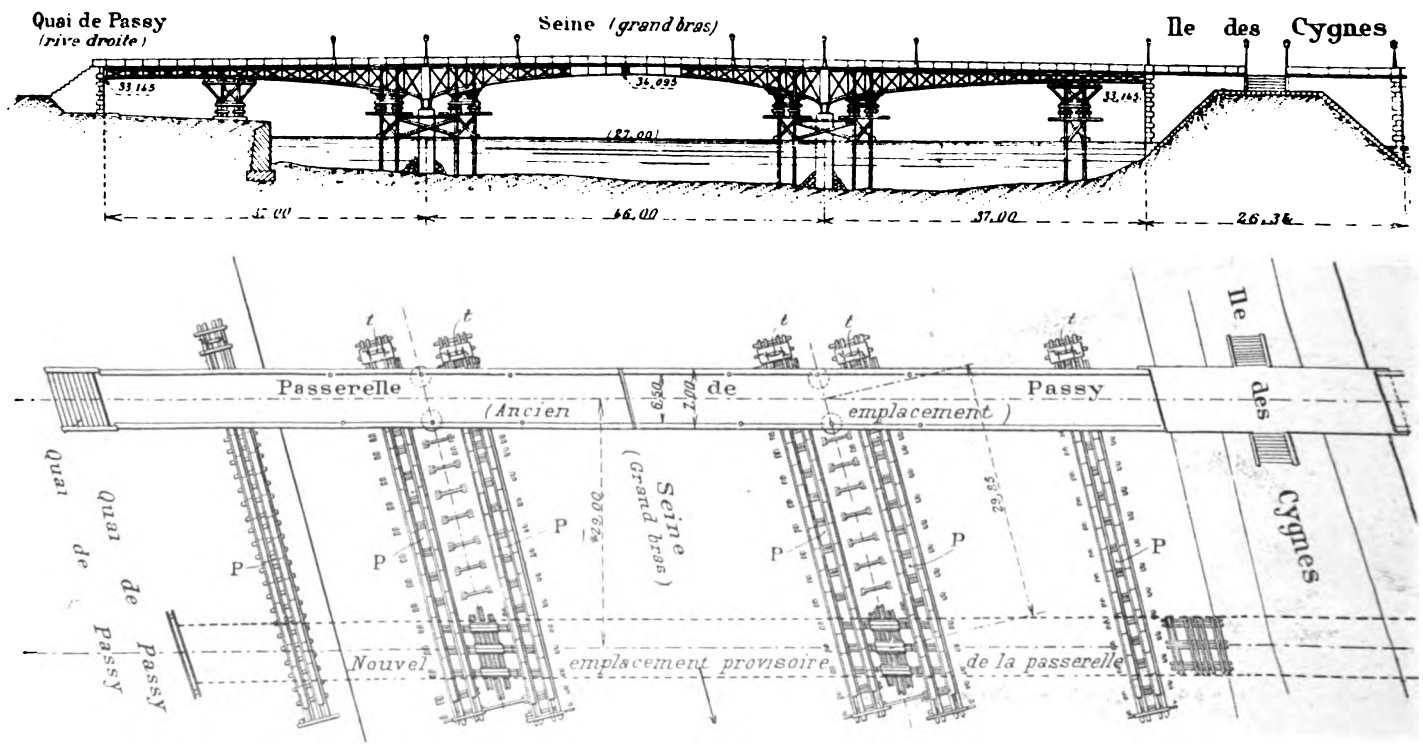


Fig. 3 et 4. — Élévation et plan des estacades employées pour la translation de la passerelle (rive droite).

Digitized by Google

rouleaux entre chaque plate-forme et le dessous du sommier correspondant; on laissa ensuite descendre la passerelle et ses sommiers qui vinrent ainsi reposer sur les rouleaux. Cette première manœuvre fut effectuée sans incident le 20 juillet.

Le lendemain, les supports de la passerelle furent attelés à des treuils mouflés qui, au nombre de six, pouvaient développer un effort total de traction de 48 tonnes, plus que suffisant, d'après les calculs, mais nécessaire pour parer à tout aléa, notamment à un tassement possible des plates-formes de roulement, ce qui aurait exigé un effort plus considérable. Chaque treuil était manœuvré par quatre hommes.

Sous l'action des treuils, la passerelle prit un mouvement très doux et très régulier; à chaque mètre d'avancement, on s'arrêtait afin de vérifier la régularité de la marche au droit de chaque plate-forme, sur laquelle des repères avaient été préalablement disposés avec soin dans ce but.

Le déplacement, ainsi scandé de trente arrêts correspondant aux 30 mètres qui séparaient l'ancien emplacement du nouveau, dura quatre heures : commencé à 10 heures du matin, il était terminé à 2 heures du soir, sans que le moindre à-coup se fût produit et sans avoir interrompu, ni même gêné, le mouvement de la navigation. Le lendemain et le surlendemain, on procéda aux épreuves de l'ouvrage qui donnèrent un résultat favorable, et, dès le 26 juillet, cette partie de la passerelle était rendue à la circulation.

Les figures 3 et 4 montrent l'ensemble des dispositions ci-dessus décrites, et dispensent de plus longues explications. Elles sont, d'ailleurs, complétées par les vues photographiques (fig. 1 et 2) prises avant et après le déplacement.

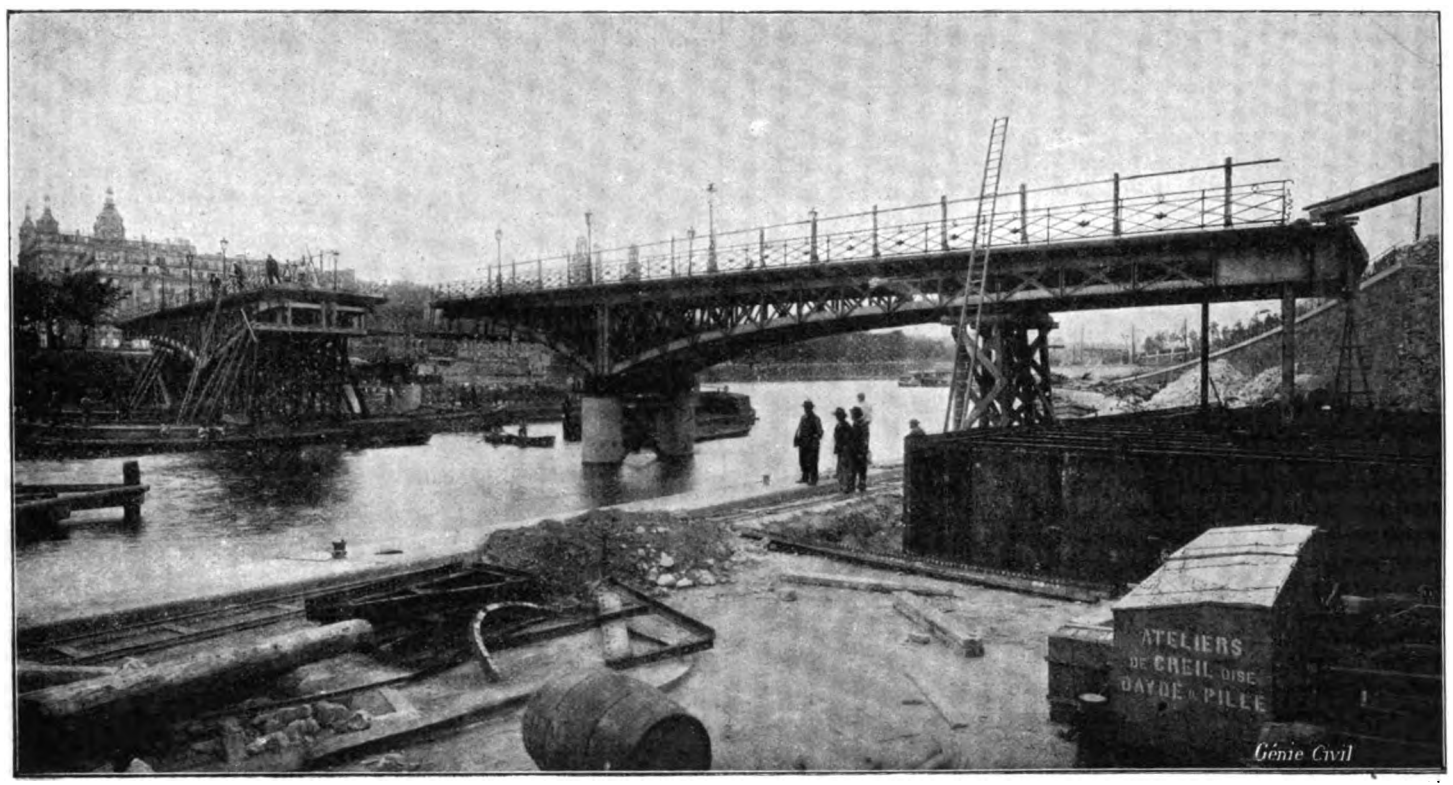


FIG. 5. — Vue, prise de l'aval, de la passerelle sur le petit bras de la Seine, pendant le déplacement.

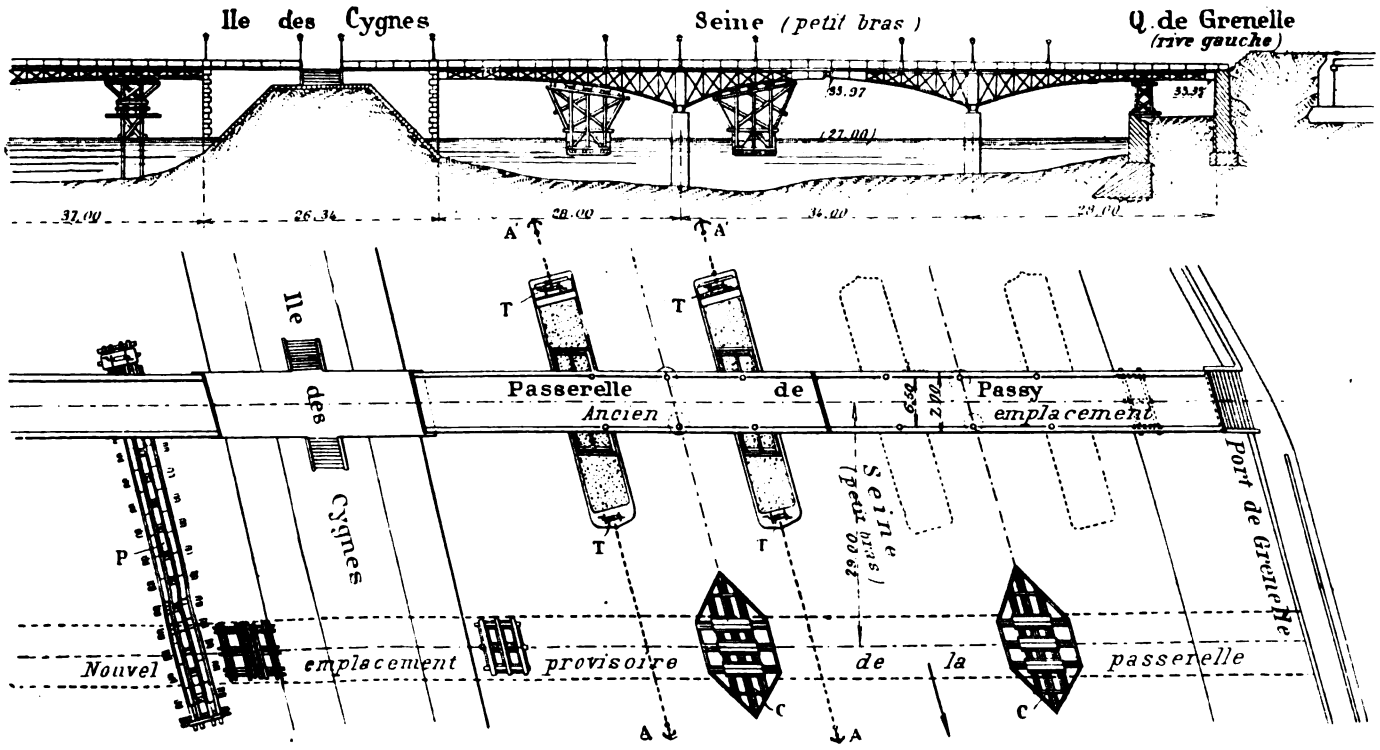


FIG. 6 et 7. — Élévation et plan des dispositions prises pour la translation de la passerelle (rive gauche).

PASSERELLE DU PETIT BRAS. — Le procédé employé pour le déplacement de la passerelle franchissant le petit bras de la Seine a été tout différent de celui qui vient d'être décrit. Ici, la navigation, fort peu importante, pouvait être interrompue sans inconvénient pendant l'opération. On se servit donc de bateaux, ce qui permit d'avancer de plusieurs jours la date du déplacement, les installations préparatoires

Digitized by Google

exigeant moins de temps que pour l'emploi de plates-formes de roulement.

La passerelle du petit bras est du même type que la première, dont elle ne diffère que par les dimensions : l'arc central, articulé à la clef, n'a, en effet, que 34 mètres de longueur, et chacune des travées de rive 28 mètres, soit une longueur totale de 90 mètres, avec une largeur de $6^{m}50$ entre garde-corps et un poids total de 240 tonnes.

Le déplacement à opérer était exactement de même importance que pour la passerelle du grand bras, soit 30 mètres, de façon à rétablir, selon l'ancienne disposition, les deux parties de la passerelle dans le prolongement l'une de l'autre.

Ici, on décida de procéder en deux fois, en opérant, comme le permettait l'articulation de l'arc central, sur chacune des moitiés de l'ouvrage; on réduisait ainsi de moitié le matériel nécessaire, les bateaux servant successivement à déplacer la première moitié, puis la seconde.

On employa donc deux chalands à sable, de 30 mètres de longueur et de 5 mètres de largeur, pouvant supporter chacun, à pleine charge, 280 tonnes (fig. 6 et 7). On monta, sur chacun d'eux, un chevalet en charpente dont la partie supérieure, épousant le profil des arcs de la passerelle, pouvait s'adapter exactement sous ceux-ci; la partie inférieure reposait à la fois sur les bords et sur le fond du bateau convenablement renforcé, de manière à répartir la charge sur une grande surface et à donner ainsi à l'ensemble la stabilité nécessaire.

Les choses ainsi préparées, les chalands lestés de sable furent engagés sous la passerelle et placés de part et d'autre de l'appui en rivière, formé de deux piles, situé du côté de l'île des Cygnes; c'est, en effet, la moitié de ce côté qui devait être déplacée tout d'abord. Des coins formant cales furent introduits entre le dessous des semelles des arcs et les chevalets en charpente; des broches, passées dans des trous de rivets enlevés à cet effet, assurèrent la liaison entre la passerelle et les chevalets, en vue de rendre impossible tout glissement longitudinal de l'ossature métallique. Les boulons de l'articulation centrale de la passerelle furent ensuite enlevés; la moitié de l'ouvrage, sous laquelle se trouvaient placés les bateaux, était dès lors prête pour le déplacement : il suffisait de la soulever en délestant les chalands d'une partie de leur sable.

Restait à conduire le tronçon, ainsi préparé et rendu flottant, à sa nouvelle place sur les palées en charpente CC établies à l'avance pour le recevoir (fig. 6 et 7). Pour cela, à l'avant et à l'arrière de chaque bateau avait été installé un treuil T; celui d'avant devait servir à haler le chaland sur un cordage amarré à une ancre A, mouillée plus loin dans le fond du fleuve; celui d'arrière devait jouer le rôle de treuil de retenue, et était relié à une autre ancre A′ mouillée en arrière. Enfin, d'autres câbles, établis et solidement fixés transversalement au fleuve, devaient assurer la direction de l'ensemble et immobiliser au besoin les bateaux dans le cas où une ancre aurait dérapé.

Le 19 août, tout était prêt; le lendemain, au matin, on commença à délester les chalands, mais l'opération fut contrariée et prolongée par un léger abaissement du niveau de l'eau dû, sans doute, à des manœuvres faites en même temps au barrage de Suresnes. Néanmoins, à 1 heure de l'après-midi, l'ouvrage ayant pu être soulevé au-dessus de ses appuis, le délestage fut arrêté et l'ensemble flottant mis en marche; une demi-heure après, les 30 mètres à parcourir étaient franchis sans incident.

On amarra les bateaux qui furent alors lestés de nouveau, et l'ouvrage vint doucement reposer sur les palées prêtes à le recevoir; le restant de la journée fut occupé à dégager les chalands et à les conduire sous la seconde moitié de la passerelle (fig. 1).

Le lendemain matin, à 11 heures et demie, tout était de nouveau disposé, la partie restante de l'ouvrage soulevée de ses appuis, et les bateaux mis en marche; le mouvement, quoique contrarié cette fois par un vent debout assez violent, ne dura cependant que trois quarts d'heure.

Les deux moitiés de la passerelle se trouvaient alors en regard l'une de l'autre, mais il restait à rétablir l'articulation, opération assez difficile en elle-même et qui fut, en outre, gênée par la houle et le vent. On en vint néanmoins à bout assez rapidement et à 2 heures tout était terminé, y compris le délestage des bateaux.

Le jour suivant, la passerelle du petit bras subit avec succès les épreuves de résistance, et dès le lendemain, 23 août, elle était rendue à la circulation publique.

La figure 5 représente une vue prise au moment où la première moitié de la passerelle, ayant quitté ses anciens appuis, est dirigée vers son nouvel emplacement.

Il nous paraît intéressant de dire ici quelques mots sur l'ouvrage appelé à disparaître dès l'achèvement du viaduc métropolitain.

La passerelle de Passy avait été établie à l'occasion de l'Exposition universelle de 1878. L'annexion du Trocadéro au Champ-de-Mars et, par suite, l'affectation exclusive du pont d'Iéna aux visiteurs de l'Exposition, avaient rendu difficiles les communications entre les deux rives de la Seine, le passage ne pouvant plus s'effectuer que par le pont de l'Alma, à l'aval, et par le pont de Grenelle, à l'amont, tous deux relativement éloignés du pont d'Iéna.

Pour obvier à cet inconvénient, l'Administration fit d'abord établir un service de transit par bateau et, en même temps, exécuter la passerelle, dite de Passy, qui fut rapidement construite.

La caractéristique de cet ouvrage qui, à l'époque, attira l'attention des techniciens, fut la suppression, alors nouvelle, de la *poussée au vide* ou poussée horizontale qui, dans les ponts en arcs, s'exerce à la clef de chaque volée et aux culées. La passerelle était, en effet, pour chaque bras de la Seine, constituée par deux parties distinctes, commençant chacune à la culée et se terminant au milieu de la travée médiane où elle venait en contact avec la partie voisine; mais, ici, les deux parties étaient réunies par une simple articulation libre à broche, ne supportant aucune pression horizontale, et non par une clef proprement dite, comme cela a lieu dans les voûtes ou arcs ordinaires. Chacune des deux parties était composée de telle sorte que, supposée isolée, elle devait se tenir sensiblement en équilibre sur son appui central; il ne pouvait, par conséquent, s'exercer aucune poussée au vide, et les culées, qui n'étaient plus exposées qu'à des efforts verticaux, avaient pu être construites avec des dimensions bien inférieures à celles que ces parties présentaient alors habituellement.

L'ouvrage avait été construit, suivant les projets dressés par MM. Huet, Ingénieur en chef, et Bartet, Ingénieur des Ponts et Chaussées, par les ateliers Cail, alors installés tout près de son emplacement. Sa construction dura sept mois, et la passerelle put être livrée au public pour l'ouverture de l'Exposition (15 avril 1878). La dépense s'était élevée à 420 000 francs, dans lesquels l'État et le Service de l'Exposition avaient participé chacun pour 105 000 francs, et la Ville de Paris pour le surplus, soit 210 000 francs.

Sa disparition et son remplacement par un viaduc monumental donnant passage, non seulement au chemin de fer Métropolitain, mais encore aux voitures ordinaires aussi bien qu'aux piétons, constituera, au point de vue utilitaire, une amélioration sérieuse qui ne saurait être que bien accueillie par le public parisien.

J. Feugères,
Ingénieur civil.

ENSEIGNEMENT

LABORATOIRE D'ESSAIS
du Conservatoire des Arts et Métiers.
Section des métaux.

(Suite et fin [1].)

Appareils pour le traitement thermique industriel des métaux. — Fours ordinaires. — La section des métaux possède un certain nombre d'appareils qui lui permettront d'étudier l'influence de la chaleur sur les propriétés des métaux. Nous n'avons pas besoin de faire ressortir l'importance de ces questions : on peut dire que les grands progrès réalisés en métallurgie sont nés d'une étude méthodique, rationnelle, des modifications et transformations souvent profondes subies par les métaux sous l'influence des agents calorifiques. La section ne pouvait donc se désintéresser de ces problèmes.

Pour être réellement utile au point de vue pratique, notre installation aurait dû comprendre les mécanismes ou engins nécessaires à la production des métaux eux-mêmes, et ceux nécessaires à leur façonnage, en un mot, nous eussions dû réaliser une petite usine de fabrication, avec son matériel de fours, cubilots, lingotières, laminoirs, presses à forger, pilons, etc. Nous en avons eu la pensée, mais, comme nous étions obligés de réserver nos premières ressources à l'acquisition de machines d'un usage journalier ou de plus grande importance, nous avons dû remettre à plus tard l'acquisition de ce matériel de fabrication, qui formera la deuxième branche de l'installation des métaux, et qui en sera probablement la partie la plus féconde en résultats nouveaux.

On a si bien compris l'intérêt de ces laboratoires-usines qu'on en installe un peu partout, en Amérique, en Angleterre; il n'est pas douteux qu'en suivant l'évolution du métal dans toutes les transformations qu'il subit, depuis sa formation jusqu'au moment où il est mis en œuvre, en étudiant scientifiquement, méthodiquement, les variations de ses propriétés, on ait un moyen de relier entre eux certains phénomènes, qui, pris isolément, déconcertent l'esprit, alors qu'ils peuvent être simplement la conséquence naturelle de phénomènes précédents inconnus ou inaperçus.

Nous ne nous faisons, d'ailleurs, aucune illusion : avec notre matériel de petites dimensions, nous serons toujours éloignés de ce qui se passe réellement dans les grandes usines productrices; nous n'avons pas la prétention de les imiter et nous devrons souvent recourir à leur expérience, à la sanction de la pratique, chaque fois que nous aurons avancé un fait nouveau résultant de nos petits essais. Ce qui nous paraît plus important, en l'occurrence, c'est de pouvoir dire aux petits industriels et

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 19, p. 289, et n° 20, p. 305.

Digitized by Google

aux Ingénieurs disposant de peu de moyens : « Nous avons un outillage de fabrication précis et varié qui est à votre disposition ; en outre, nous pouvons nous-mêmes fabriquer des métaux et alliages nouveaux et en trouver les propriétés mécaniques ».

Le but du Laboratoire est donc double : faire les essais courants et faire des travaux originaux.

Pour fabriquer nos métaux, nous pouvons, à l'heure actuelle, disposer d'une fournette, système Bigot, à chauffage au gaz, qui peut contenir un creuset de 2 litres de capacité et permet de réaliser une température de 1 400 à 1 600 degrés sans difficultés ; nous aurons ainsi toute latitude pour fabriquer des alliages variés, ou fondre des fontes. Cette fournette dépend de la section des matériaux de construction.

Nous avons en vue l'acquisition prochaine d'un four à creuset avec chauffage au coke et soufflage au vent, qui nous donnera le moyen de fondre des lingots de 25 kilogr. environ. Ce four sera agencé de manière à recevoir un petit cubilot pour la fusion de la fonte.

Nous prévoyons également l'achat du matériel si simple et si précieux qui sert à la production des métaux par la méthode nouvelle du docteur Goldschmidt : l'aluminothermie.

Les réchauffages des métaux, soit pour de simples recuits, soit pour des recuits suivis de trempes, soit encore pour des revenus, exigent des fours se prêtant à ces traitements variés. Nous ne pouvions songer à traiter de très grandes et très lourdes pièces ; aussi nous nous sommes posé comme condition de réchauffer des barres ayant au maximum 1 mètre de longueur sur 400 millimètres × 400 millimètres.

Nos fours constituent deux massifs (1). Dans le premier, qui a 3 mètres de longueur, 1m 80 de largeur et 1m 70 de hauteur, sont ménagées deux chambres de chauffe égales. En bas le cendrier et la grille ; au-dessus de la grille, une sole constituée par des barreaux en terre réfractaire espacés, par les interstices desquels passent les flammes. Ces flammes viennent entourer un moufle où sont placées les pièces à traiter. On peut retirer ces moufles et faire du chauffage à flamme directe. Les flammes, après avoir léché le moufle, se rendent aux carneaux et de là à la cheminée par un tuyau de descente, qui peut être étranglé plus ou moins par un registre.

La particularité de ce système, c'est de pouvoir réaliser un chauffage rapide du moufle. Pour cela, les flammes ne viennent pas directement

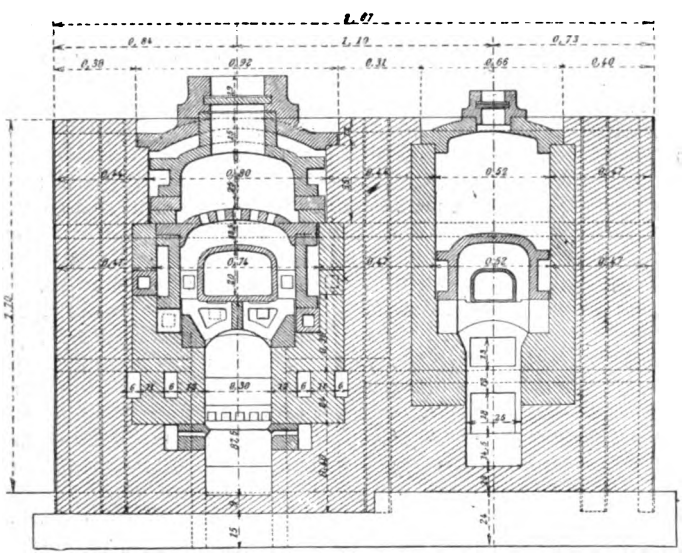


Fig. 1. — Coupe transversale du petit massif des fours à moufles.

en contact avec le massif de maçonnerie, toujours lent à échauffer ; elles sont emprisonnées entre le moufle et une voûte mince en terre réfractaire, qui est elle-même séparée du massif par un espace suffisant. Ce dispositif permet, grâce au réchauffage rapide de cette enveloppe, d'avoir une haute température en peu de temps. Des portes sont établies pour permettre d'obturer aisément les issues, et l'on dispose d'une conduite de vent alimentée par un ventilateur. On peut ainsi atteindre la température de 1 600 degrés sans difficultés. Chaque moufle peut être ouvert aux deux extrémités, et il est très facile de faire une chute de température en laissant les pièces dans le four.

Tous les carneaux de fumée sont au-dessous du sol et les fours occupent un emplacement très restreint. Le combustible est placé dans deux soutes que M. Perot a eu l'idée de faire creuser dans un ancien terre-plein situé derrière les fours et qui débouche dans la rue Vaucanson, de sorte que notre combustible arrive, pour ainsi dire, au pied des fours sans aucune manutention.

Le deuxième moufle du massif est semblable au précédent, mais de chaque côté sont ménagés des orifices où sont introduits des cylindres remplis de goudron de houille, et qui sont en relation avec un ajutage placé au-dessus de la grille. On lance de l'air sous pression dans l'ajutage, le goudron de houille liquéfié par la chaleur est entraîné et vient brûler au-dessus de la grille, en fournissant un excès de chaleur qui permet de réaliser une température de 1 700 degrés dans le moufle. Ces températures sont nécessaires pour l'étude des matériaux de construction.

Un deuxième massif (fig. 1), plus petit que le premier, renferme d'une part une cornue simple avec brûleurs au goudron, d'autre part, deux petites cornues placées dos à dos, chacune avec leur foyer et qui sont employées journellement pour le recuit des petites barrettes ; il n'est pas nécessaire, de cette façon, d'allumer le grand four pour de petits barreaux. Dans un essai récent, que nous avons fait avec ces fours, nous avons atteint, après douze heures de chauffage, la température de 1 300 degrés ; après vingt-deux heures, 1 400 degrés ; après vingt-neuf heures, 1 600 degrés, avec simple tirage de la cheminée.

Toute cette installation a été faite, sur la demande du Laboratoire, par la maison Dalbouze fils, Brachet, de Blottefière, de Puteaux ; les dispositions sont dues à M. de Blottefière ; la maison Billaud-L'Hermite a fait toute la maçonnerie.

Nous pourrons, dans ces fours, faire les traitements thermiques industriels, et nous disposons d'installations pyrométriques complètes pour la mesure des températures. Près du grand massif est placé un bac de trempe à circulation d'eau continue.

Pour les essais ou le façonnage des pièces métalliques, la section pourra disposer de deux petites forges dont l'une a été fournie par la maison Barbier-Vivez et possède un petit ventilateur, disposé dans sa hotte, qui est mû par un moteur électrique, ce qui évite toute fumée dans le local de la forge.

Aussitôt que possible, nous installerons deux petits trains de laminoirs avec cylindres de rechange, qui seront placés en face du grand massif des fours et permettront de façonner des barres et d'étudier les phénomènes si intéressants du corroyage. Un petit pilon est également prévu.

Fours électriques. — *Four à arc.* — On connaît les travaux de M. Moissan sur les hautes températures obtenues à l'aide des fours électriques. Le champ de recherches qu'il a ouvert par l'emploi de cet appareil nouveau s'agrandit tous les jours. Nous pourrons y travailler aussi, grâce à la libéralité d'un industriel de Paris, M. Gabreau, à qui

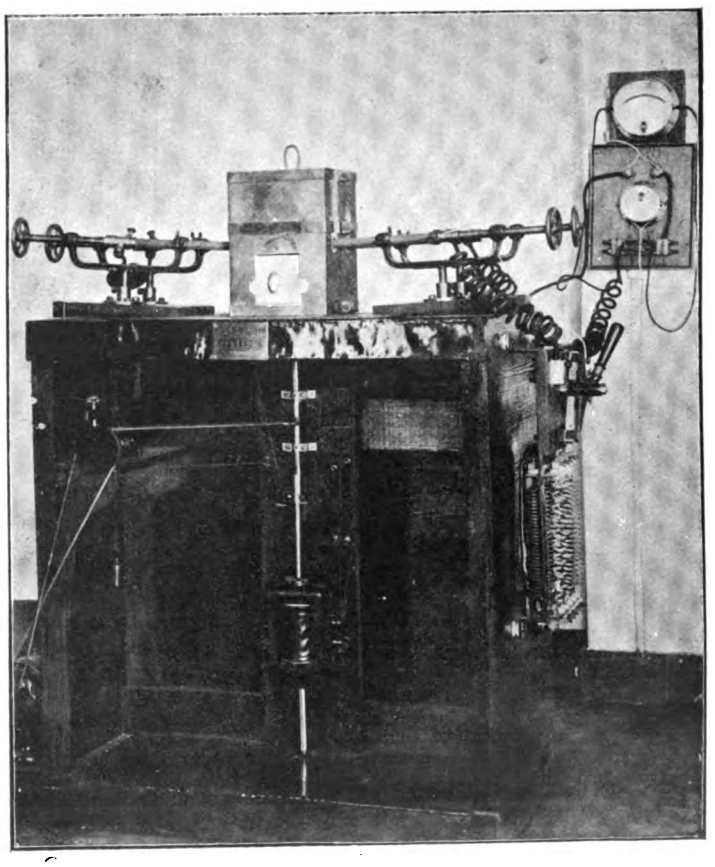


Fig. 2. — Four électrique à arc, système Gabreau.

nous devons le four à arc qu'il a inventé, en collaboration avec son fils, M. Edouard Gabreau. Ce four est représenté par la figure 2 ; il est destiné à faire la fusion ou le réchauffage de petites pièces réfractaires.

Il est difficile de faire un chauffage uniforme avec l'arc électrique : celui-ci ne chauffe que sur de petites surfaces qui prennent immédiatement une température très élevée et fondent sans que les surfaces contiguës soient notablement atteintes. Les fours à arc électrométallurgiques, à carbure de calcium notamment, comportent des charbons disposés au sein même de la matière à traiter, et nécessitent des cou-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 11, p. 165.

Digitized by Google

rants énormes; on ne sait pas, d'ailleurs, exactement comment se répartit la chaleur dans la masse. MM. Gabreau ont cherché à réaliser un four à la fois économique et permettant d'obtenir un chauffage régulier des creusets ou des pièces à traiter.

Les arcs sont montés par deux en série sous 110 volts, et un rhéostat de réglage permet de faire varier le voltage à leurs bornes; ils sont enfermés dans un petit massif en terre réfractaire solidement fretté, percé des ouvertures nécessaires et constitué de façon que la chaleur développée se concentre bien sur le creuset. Celui-ci est placé entre les deux arcs produits et est soutenu par une longue pièce réfractaire qui passe à travers le fond du four. Si l'on se contentait de laisser le creuset immobile entre les deux arcs, au bout de quelques minutes il serait ramolli, puis fondu par places. Pour obvier à cet inconvénient, M. Gabreau a eu l'idée de donner au creuset à la fois un mouvement de rotation sur lui-même et un mouvement alternatif de bas en haut (fig. 2). Le premier mouvement est obtenu au moyen d'une courroie actionnée par un petit réducteur de vitesse qu'entraîne un moteur électrique, la courroie faisant tourner l'arbre vertical qui porte le creuset; le deuxième mouvement est provoqué par un électro-aimant, qui attire ou repousse cet arbre suivant que son circuit, alimenté sous 110 volts, est interrompu ou établi par un petit commutateur monté sur le réducteur de vitesse précité.

Ce dispositif a assuré la réussite du four. On arrive, grâce à lui, à fondre les métaux comme l'acier doux, le nickel, en quelques minutes. Nous citerons la fusion de 300 grammes de nickel, que nous avons obtenue en seize minutes, en partant du four froid ; l'intensité maximum était de 75 ampères. On conçoit qu'avec cet appareil on puisse obtenir des métaux d'une grande pureté; il suffit de les enfermer complètement dans le creuset. On peut aussi fondre des verres, des strass; on les obtient alors avec une limpidité parfaite.

Fours à incandescence. — Mais, si cet appareil chauffe bien, il a l'inconvénient quelquefois de chauffer trop vite; c'est pourquoi nous nous sommes procuré deux autres petits appareils capables de réaliser aussi des températures élevées, mais par une gradation plus lente et réglée à volonté. Ces fours électriques, du système Heraeus, procèdent d'un tout autre principe. Ils sont constitués essentiellement par un tube en porcelaine entouré de spirales de platine, dans lesquelles passe le courant réchauffeur. L'un d'eux est horizontal (fig. 3), l'autre est

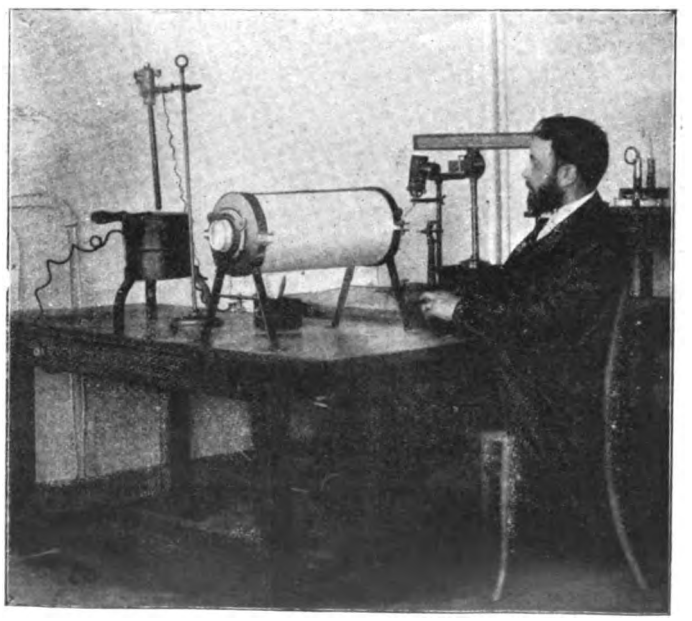


FIG. 3. — Fours électriques à résistance, système Heraeus, avec leur installation pyrométrique.

vertical, du système Holborn. Le tube du premier a 60 millimètres de diamètre intérieur, 60 centimètres de longueur; le tube du second a 150 millimètres de hauteur seulement. Le premier consomme 50 ampères, sous 110 volts, pour atteindre des températures de 1 400 degrés, le deuxième 15 ampères, sous 110 volts, pour atteindre des températures maxima de 1 200 degrés.

Un petit tableau de distribution, avec les appareils de mesure, les disjoncteurs et rhéostats nécessaires, dessert ces deux fours, et, grâce à ces rhéostats, on peut maintenir, dans chacun d'eux, les températures constantes depuis 200 jusqu'à 1 400 degrés.

Le four horizontal servira à des essais de réchauffage précis sur les métaux ; nous pourrons déterminer avec lui les points singuliers des aciers, les points de transformation magnétique, les dilatations aux températures élevées, etc. Ajoutons qu'il nous servira pour les essais de traction de métaux aux hautes températures. Le four vertical est destiné à la détermination des points de fusion des métaux, car il est aménagé pour recevoir un petit creuset.

Ce qui forme la caractéristique de ces fours, qui ne sont pas nouveaux, c'est leur faible coût par suite de la faible quantité de platine qui y est employée : dans le four Charpy, par exemple, le platine entourant le tube en porcelaine est sous forme de fils; ici, il est en feuille mince, de sorte que le contact est mieux assuré et la surface de chauffe bien plus grande. La meilleure utilisation du métal dans ces fours fait que le four horizontal ne contient que 20 grammes de platine, et le four vertical 5 grammes seulement : la feuille de platine a 13 millimètres de largeur et 7 millièmes de millimètre d'épaisseur. Nous ne parlons pas de l'enveloppe des fours qui est constituée par des calorifuges connus.

Ces fours ont été fournis par la maison Heraeus, de Hanau. Pour la mesure précise des hautes températures, nous possédons un pyromètre Le Chatelier avec ses accessoires : échelle graduée, galvanomètre Deprez d'Arsonval, etc. (fig. 3); le tout a été fourni par la maison Carpentier, de Paris. D'ailleurs, il existe au Laboratoire d'autres pyromètres qui utilisent aussi des galvanomètres différents : galvanomètre enregistreur Ducretet, ou galvanomètre Siémens. Une vue d'ensemble de l'installation des fours électriques a déjà été donnée dans le *Génie Civil* (1).

Laboratoire de micrographie. — Les travaux de Martens en Allemagne, Roberts-Austen et Stead en Angleterre, et surtout d'Osmond en France, qui a fondé une école dont les œuvres sont déjà considérables, ont créé une science nouvelle : la micrographie des métaux, qui est pleine de promesses pour l'avenir et à laquelle l'industrie fait appel déjà depuis plusieurs années.

Notre section ne pouvait se désintéresser de ces études qui forment un complément indispensable des études physiques ou chimiques des métaux. Connaître la constitution intime d'un métal, c'est avoir souvent le moyen de prévoir la façon dont il se comportera au point de vue mécanique; inversement, les manifestations d'ordre mécanique trouvent leur explication dans la structure particulière que le microscope peut révéler.

Nous disposons donc d'une installation microscopique qui permettra d'examiner la constitution intime des métaux. Le microscope que nous possédons est celui de M. Le Chatelier, construit par M. Pellin, de Paris. L'avantage de cet instrument consiste en ce qu'il suffit de préparer une seule face de l'échantillon soumis à l'examen; cet appareil ayant déjà été décrit dans le *Génie Civil* (2), nous ne nous étendrons pas à son sujet. Nous lui avons fait, toutefois, subir quelques modifications par les soins de M. Lemardeley, de Paris, notamment en ce qui concerne le support des échantillons, dont l'axe ne coïncidait pas toujours avec celui de l'objectif. M. Le Chatelier prend ses photographies en disposant la chambre noire verticalement sous l'appareil; nous avons monté l'appareil à pivotement et nous avons disposé la chambre noire horizontalement, c'est-à-dire que nous nous servons pour la photographie des mêmes tubes que pour la visée. La chambre noire a un tirage de 1m 50 et peut faire des épreuves 13 × 18. Nous pouvons avoir des grossissements de 1 500 diamètres avec des objectifs convenables. Nous avons en vue, d'ailleurs, la modification complète du porte-objet du microscope.

Les opérations les plus longues de la micrographie des métaux sont celles relatives à la préparation des échantillons. Nous n'avons aucune difficulté pour prélever les échantillons dans les pièces à examiner, grâce aux machines-outils de notre Laboratoire. Quant au polissage, nous le faisons au moyen d'une petite tournette d'opticien mue mécaniquement, que nous avons spécialement agencée à cet effet. Cette tournette comprend deux arbres verticaux tournant sur pointes, qui reçoivent les plateaux de polissage; ces deux arbres sont commandés par un petit moteur électrique, sous 110 volts, qui tourne à 1 500 tours. Nous pouvons monter soit une meule en carborundum, soit des disques en laiton, soit des disques en feutre, ou des disques en bois couverts de peau de chamois. La préparation des échantillons est alors facile. Ajoutons qu'un cabinet noir est aménagé dans le Laboratoire, pour tout ce qui concerne les opérations photographiques.

Laboratoire de chimie. — Nous terminerons cette étude en disant que nous possédons tout ce qui est strictement nécessaire pour procéder aux analyses chimiques des métaux : étuves, four à incinération, hotte ouverte ou fermée (avec vitrage en verre armé, gracieusement fourni par la Compagnie de Saint-Gobain), etc. Nous pourrons faire toutes les analyses qui seront jugées nécessaires pour interpréter ou compléter des essais mécaniques. Il est évidemment impossible à une section de métaux de se passer de laboratoire de chimie ; les résultats donnés par les essais physiques et chimiques s'enchaînent trop étroitement; ce laboratoire avait donc sa place marquée ici.

Il existe, en outre, pour des recherches électrométallurgiques, qui seront faites ultérieurement, une prise de courant pour 100 ampères placée dans notre cabinet de chimie; de même une conduite d'air comprimé, à 12 kilogr., existe dans toute l'étendue du laboratoire des métaux, y compris le laboratoire de chimie.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 11, p. 164.
(2) Voir le *Genie Civil*, t. XLI, n° 12, p. 189.

Digitized by Google

Telle qu'elle est actuellement, la section des métaux du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers est donc incomplète, mais elle peut déjà faire tous les essais courants. Son outillage sera toujours augmenté au fur et à mesure des besoins, et dès que des essais d'un genre nouveau nous seront demandés. Nous avons exposé nos espérances : il dépendra du public, notre principal collaborateur, de les voir se réaliser à brève échéance, car la rémunération, d'ailleurs très modique, des essais, sera toujours consacrée à l'amélioration de nos installations et à l'achat de nouvelles machines. Mais nous pouvons avouer, en toute sincérité, que l'industrie et le commerce paraissent trouver en notre Laboratoire les voies et moyens qui leur conviennent, car le nombre de nos essais augmente de jour en jour.

P. Breuil,
Chef de la section des métaux.

CONSTRUCTIONS CIVILES

ATELIERS DE MENUISERIE
de la nouvelle usine de Nüremberg

(Planche XXI.)

Les ateliers de menuiserie, principalement destinés à la construction des wagons, que nous nous proposons de décrire, font partie d'une importante usine, récemment installée par la Maschinenfabrik, d'Augsbourg et la Maschinenbaugesellschaft, de Nüremberg, réunies. Ces deux Sociétés, s'étant fusionnées en 1898, sont aujourd'hui propriétaires de trois usines, à Gustavsbourg, à Augsbourg et à Nüremberg, qui occupent environ 10000 ouvriers à la construction des machines et wagons, des bâtiments et ponts en fer, etc.

On a utilisé, notamment pour la fonderie, les différences de niveau du terrain, de façon à charger dans les cubilots la fonte et le coke sans l'intervention de monte-charges.

La production de l'énergie se fait presque exclusivement dans une usine centrale.

L'eau est aspirée dans plusieurs puits et rassemblée par des pompes électriques dans un réservoir B (fig. 1), à 33 mètres de hauteur. Elle se répand de là dans toutes les parties de l'usine.

La plupart des grands ateliers, dont toutes les faces sont desservies par des voies, ont une centaine de mètres de longueur sur vingt-cinq environ de largeur ; ils n'ont généralement pas d'étage. L'éclairage électrique, le chauffage, les installations hygiéniques y sont largement distribués. Quarante-deux ponts roulants électriques y sont installés et permettent de débarrasser le sol des voies et des trucks dont le service est réservé aux chantiers extérieurs.

Les machines-outils sont à commande électrique et montées, soit isolément, soit par groupes, sur un réseau de courant continu ; quelques outils transportables sont mus par l'air comprimé.

L'usine de production d'énergie A_1 est pourvue de quatre chaudières tubulaires, chacune de 250 mètres carrés de surface de chauffe, et de trois chaudières aquatubulaires, de 215 mètres carrés de surface de chauffe. On y brûle notamment les déchets de bois de l'atelier de menuiserie. La vapeur, produite à 10 atmosphères, outre le chauffage des ateliers et le service des marteaux-pilons de la forge, est employée à la marche d'une machine verticale compound de 250 chevaux et de deux machines horizontales de 500 chevaux chacune.

Ces machines sont couplées directement avec des dynamos à courant continu (230 volts). Une batterie d'accumulateurs de 1 500 ampères-heure sert de réserve.

La *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* a consacré dernièrement, aux installations de l'usine de Nüremberg, une étude très détaillée (1), à laquelle nous empruntons seulement quelques renseignements intéressants sur les ateliers réservés au travail du bois.

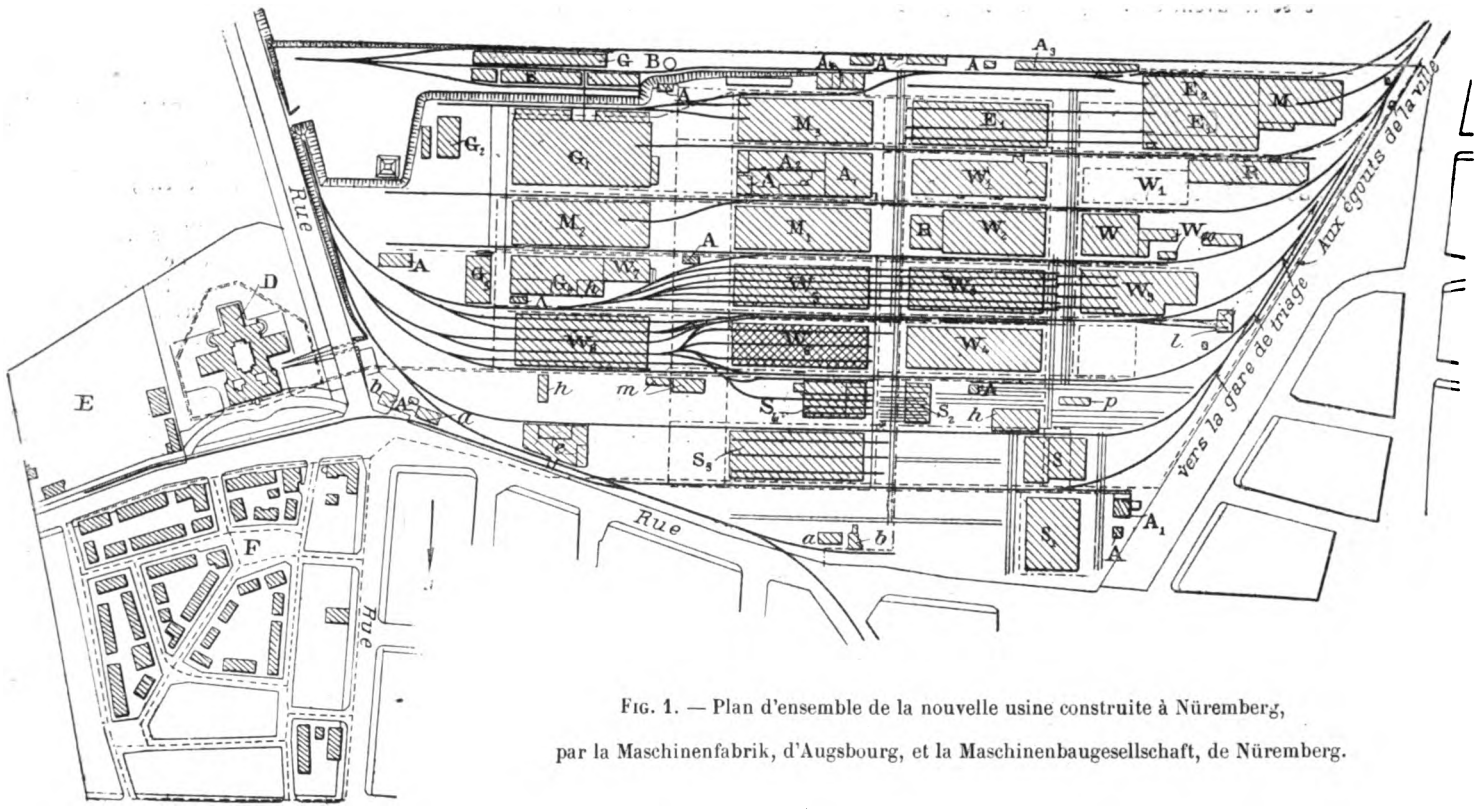


Fig. 1. — Plan d'ensemble de la nouvelle usine construite à Nüremberg, par la Maschinenfabrik, d'Augsbourg, et la Maschinenbaugesellschaft, de Nüremberg.

A, bureaux ; — A_1, salles des chaudières et des machines à vapeur ; — A_2, cantine ; — A_3, hangar ; — A_4, gazogène ; — **B**, réservoir d'eau ; — **D**, bâtiments de la direction ; — **E**, dépôt de matériaux ; — E_1, ateliers de constructions métalliques ; — E_2, atelier de construction des appareils de levage et de transmission ; — **F**, habitations pour les employés et les ouvriers ; — **G**, hangar à coke ; — G_1, fonderie ; — G_2, petite fonderie ; — G_3, atelier des modèles de fonderie ; — G_4, bâtiment des modèles de fonderie ; — **M**, atelier de cintrage des tubes ; — M_1, atelier des tours ; — M_2, atelier de montage ; — M_3, atelier de montage des moteurs à gaz ; — **R**, magasin ; — **S**, hangar du bois en grume : — S_1, scierie ; — S_2, étuve ; — S_3, hangar à bois ; — S_4, hangar à bois ; — **W**, ferblanterie ; — W_1, forge ; — W_2, serrurerie ; — W_3, ateliers de montage des wagons ; — W_4, menuiserie ; — W_5, ateliers de peinture ; — W_6, atelier de débitage des bois ; — W_7, atelier des cuirs ; — W_8, ateliers de montage des wagons de luxe ; — W_9, atelier de montage des trucks ; — W_{10}, tôlerie ; — *a*, remise pour cycles ; — *b*, concierge ; — *e*, écuries ; — *h*, dépôt ; — *l*, hangar à locomotives ; — *m*, magasin des ateliers des wagons ; — *p*, bureau des ateliers des wagons.

L'usine de Nüremberg a été reconstruite en 1901 sur de larges bases, et sa description peut donner une idée de la manière dont on installe aujourd'hui les grands ateliers de constructions mécaniques.

Dispositions d'ensemble de l'usine. — L'usine est aujourd'hui située dans le faubourg du sud de Nüremberg, desservie par le canal et la voie ferrée, et occupe 36 hectares, dont 26 pour l'usine, 4 pour la cité ouvrière et 3 pour la direction. La surface couverte de l'usine atteint $8^h 18^a$.

La disposition d'ensemble des bâtiments (fig. 1) est étudiée en vue des agrandissements, et de façon à réduire au minimum le parcours des matériaux.

Ateliers de menuiserie. — Un service qui occupe dans l'usine une place considérable, en raison du développement de la construction des wagons, comprend la scierie et la menuiserie.

Sur le plan général (fig. 1) sont figurés :

Le dépôt de bois S ;
La scierie S_1 ;
L'étuve S_2 ;
Les hangars aux bois S_3 et S_4 ;
La menuiserie W_4 et W_6 ;

(1) *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, nos des 22, 29 août et 12 septembre.

Digitized by Google

Les bois en grume, sciés dans l'atelier S_1, et séchés à l'air libre ou à l'étuve, suivant que leur mise en œuvre est plus ou moins hâtive, sont livrés à l'atelier de débitage W_6, puis à la menuiserie W_4, à l'état de pièces prêtes au montage. Ils passent alors à l'atelier de montage des wagons, W_3, qui reçoit de l'atelier de montage des trucks, W_9, la partie métallique des wagons.

De là, les véhicules sont envoyés directement à la peinture, en W, et à la garniture, en W_7, puis formés en trains et expédiés. Les wagons de luxe, dont le travail est plus minutieux, sont montés en W_8.

La scierie S_1, qui occupe un emplacement de 41 mètres sur 56 mètres, est actionnée par une petite usine spéciale A_1, située tout auprès d'elle, utilisant les copeaux et déchets de bois. Cette usine comprend deux chaudières, de 320 mètres carrés de surface de chauffe, et une machine horizontale compound de 200 chevaux, qui commande, par câbles, les transmissions placées sous le plancher et qui fait mouvoir plus de trente scies de toutes sortes et de toutes grandeurs. Les copeaux, aspirés par une conduite souterraine, sont employés dans les chaudières. La vapeur d'échappement sert au chauffage des ateliers et à l'étuvage des bois.

L'atelier de débitage W_6, représenté sur les figures 1, 2 et 3 (planche XXI), contient plus de 80 machines à travailler le bois, commandées par groupes. Il y a ainsi 7 moteurs de groupe, dont les puissances vont de 8 à 50 chevaux. Les arbres premiers moteurs tournent à 500 tours, et toutes les transmissions sont souterraines ; il n'y a, dans l'atelier, que les courroies d'attaque des outils, qui sont elles-mêmes protégées. Cette disposition, plus coûteuse, donne toute sécurité, et facilite aussi l'installation en sous-sol de la canalisation d'aspiration des poussières.

Le plan d'ensemble (fig. 3, pl. XXI) indique la répartition et le groupement de ces machines, ainsi que l'emplacement des moteurs et des ventilateurs d'aspiration des poussières.

Les scies sont figurées en : J (scies circulaires) ; K (scies à balance) ; L (scies à ruban) ; Z_1 (scie à découper).

Les perceuses se trouvent en : F (machines à percer et à mortaiser) ; H, I (machines à fraiser) ; R (mortaiseuses) ; S, T et Y (perceuses).

Les raboteuses sont désignées par : A (machines à dresser) ; B (raboteuses) ; C, D, P (machines à moulurer) ; E (machines à bouveter) ; G (machines à faire les tenons) ; O (raboteuse triple) ; Q (toupie) ; X (raboteuse pour pièces rondes).

Citons enfin : les machines à ébarber et à polir (M, N) ; la machine à faire les jalousies (V) et celle destinée à faire les panneaux de portes (W) ; la machine à refendre et à débiter (Z).

Les fontaines Z_2 et les calorifères *c* sont en nombre suffisant pour tous les besoins des ouvriers.

L'aspiration des poussières a donné lieu à des difficultés, aujourd'hui vaincues, et un réseau considérable de tuyaux, partant de chaque outil et aboutissant à quatre exhausteurs, permet d'enlever tous les détritus et de les rejeter dans le compartiment spécial de dépôt, attenant à l'atelier. Il convient, notamment, que les jonctions des tuyaux concourants se fassent sous un angle faible, sinon les courants d'air se contrarient et causent une grande perte de charge.

Les tuyaux aboutissant aux quatre exhausteurs sont coudés en serpentin (fig. 3, pl. XXI), de façon que la force centrifuge presse les poussières contre leur paroi extérieure, et que celles-ci s'échappent en grande partie, par une échancrure latérale, avec entraînement d'une quantité d'air restreinte, dans les tubes d'aspiration *a* d'un cinquième exhausteur, qui les refoule par *b* dans la chambre de dépôt.

Cette disposition économise beaucoup de force (35 chevaux au lieu de 110 qui étaient nécessaires au début), et satisfait à tous les besoins. On aspire ainsi, par seconde, 25 mètres cubes d'air, qui sont remplacés dans l'atelier par de l'air frais, introduit par les lanterneaux.

L'usine comporte encore, pour la fabrication des modèles de la fonderie, une menuiserie G_3 (fig. 1), d'importance secondaire, située au rez-de-chaussée d'un bâtiment dont les étages supérieurs renferment des salles d'apprentissage et des réserves de modèles. Cet atelier est également muni d'aspirateurs de poussières.

CHEMINS DE FER

LES LOCOMOTIVES A VOIE ÉTROITE

(Suite [1].)

I. Locomotives à voie de 1 mètre *(suite)*. — *Locomotive-tender des Chemins de fer du Sud de la France (réseau du Var), à 3/5 essieux accouplés* (fig. 9). — Le remplacement du bissel à essieu unique par un bogie à deux essieux conduit à un autre type de machine que les Américains définissent sous le nom de *ten-wheeler*. Cette disposition des essieux est très employée sur les chemins de fer à voie

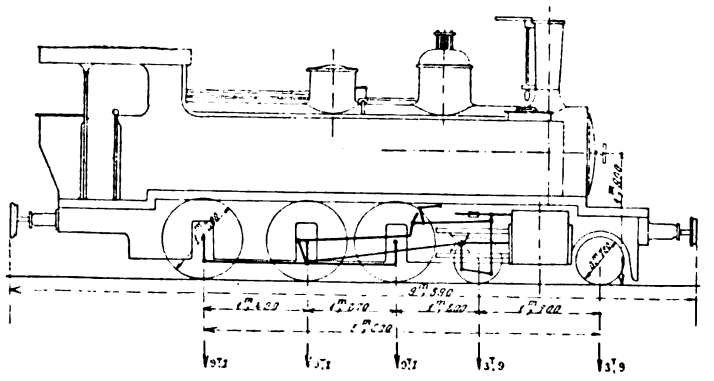


FIG. 9. — Locomotive-tender, type *ten-wheeler*, à 3/5 essieux accouplés.

normale, car elle permet d'obtenir des machines souples et puissantes. Elle a reçu également de nombreuses applications sur les réseaux à voie de 1 mètre. Les locomotives de ce type se comportent mieux aux grandes vitesses que les machines *Mogul*, mais, par contre, le poids est moins bien utilisé pour l'adhérence que dans ces dernières. La Compagnie du Sud de la France emploie des locomotives à 3 essieux accouplés et à bogie, afin d'assurer la traction de trains relativement rapides sur ses lignes du Var, qui constituent un véritable réseau de chemins de fer, et non un ensemble de tramways sur routes. La voie, qui est établie avec beaucoup de soin, et qui ne comporte pas de courbes d'un rayon inférieur à 125 mètres, a permis d'élever à 9 700 kilogr. la charge admise par essieu. La machine est pourvue, à l'avant, d'un bogie ayant un empattement de 1m 70. La charge de chacun des essieux de ce bogie est de 3 900 kilogrammes.

Les cylindres sont placés à hauteur de l'axe du bogie et ils attaquent le deuxième essieu moteur. Les diamètres des roues motrices et porteuses sont de 1m 20 et de 0m 70 ; le diamètre des cylindres et la course des pistons sont de 380 et 560 millimètres. Le poids à vide de cette machine est de 28 400 kilogr. ; en ordre de marche, le poids total atteint 36 800 kilogrammes.

La surface totale de chauffe et la surface de grille sont respectivement de 62m² 535 et de 1m² 170. L'effort théorique de traction est de 8 080 kilogr. Ces machines remorquent facilement des trains de 100 tonnes sur des rampes de 30 millimètres, combinées avec des courbes de 125 mètres de rayon ; en palier, elles peuvent facilement atteindre une vitesse de 50 kilom. à l'heure.

Locomotive à 3/5 essieux accouplés, des Chemins de fer de la Colonie du Cap (fig. 10). — De même que pour les machines à 2 essieux accou-

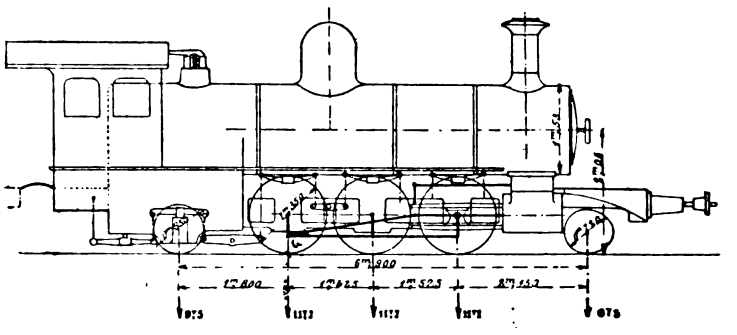


FIG. 10. — Locomotive à bissel et essieu porteur, à 3/5 essieux accouplés.

plés, on peut remplacer les deux essieux du bogie par deux essieux porteurs, situés l'un en avant, l'autre à l'arrière de la locomotive, le premier étant monté sur un bissel. On obtient de la sorte une machine *Mogul* pourvue d'un essieu porteur supplémentaire, disposé sous le foyer. La Compagnie des chemins de fer du Cap a fait construire récemment, en Angleterre, une série de machines de ce type qui sont plus puissantes que ses locomotives type *Atlantic* déjà citées, tout en ayant un poids par essieu moins considérable. Ces machines, à 3 essieux accouplés, sont pourvues, à l'avant, d'un bissel et, à l'arrière, d'un essieu porteur qui peut se déplacer latéralement sous le foyer.

Le côté vraiment original de cette locomotive réside dans l'installation du foyer par rapport à cet essieu. Au lieu d'emprisonner le foyer entre les longerons comme cela se fait habituellement, on a franchement interrompu ces derniers en avant de la grille, et on les a continués par des longerons plus minces situés *à l'extérieur* des roues de l'essieu d'arrière. Grâce à cette disposition, on a pu installer un foyer moins étroit, permettant de donner à la grille une plus grande lar-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 20, p. 311.

Digitized by Google

La surface totale de chauffe est de 50m²7 et la surface de grille est de 1 mètre carré exactement. La pression normale de la chaudière est de 12 kilogr. Les cylindres, qui sont disposés en porte à faux à l'avant, sont pourvus d'une distribution Walschaërt à coulisse droite.

Le poids total de la machine en service est de 24t5 et le poids maxi-

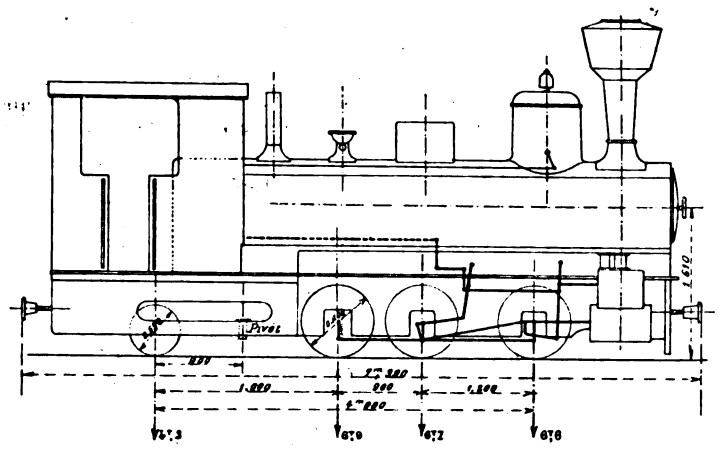


Fig. 16. — Locomotive-tender, système *Krauss*, à 3/4 essieux accouplés. Voie de 0m 76.

mum par essieu est de 6t9. Les roues motrices ont un diamètre de 0m 80 et l'empattement total est de 4 mètres.

L'effort théorique de traction développé est de 5200 kilogrammes.

Locomotive-tender à 3/4 essieux accouplés, des Chemins de fer de Bosnie-Herzégovine (fig. 17). — On emploie sur le réseau bosniaque (à voie de 0m 76) un certain nombre de machines pesant 25 tonnes en service et capables de remorquer des charges de 120 tonnes sur des rampes de 14 millimètres.

Les locomotives sont supportées par trois essieux moteurs suivis d'un essieu porteur, et elles sont caractérisées par l'emploi du système *Klose*, qui permet la convergence des essieux moteurs d'avant et d'arrière (fig. 18).

L'essieu moteur O′ est absolument fixe dans le châssis, tandis que les deux autres O et O″ sont reliés par un système de leviers OC, AE, EF, FG, GH, HB, IO′ qui leur permet de devenir convergents simultanément.

La machine est supportée, en outre, par un quatrième essieu O‴ (simplement porteur) qui peut se déplacer, dans les courbes, autour d'un pivot XY, disposé sous la grille dans la boîte à feu. Le mouvement de cet essieu est transmis par le pivot à un balancier horizontal (qui se projette en J sur la figure), articulé à chacune de ses extrémités avec une bielle JD transmettant les déplacements de l'essieu d'arrière au levier AE, et déterminant ainsi la convergence des essieux moteurs O et O″.

Nous allons examiner, à présent, par quel artifice on a pu réaliser

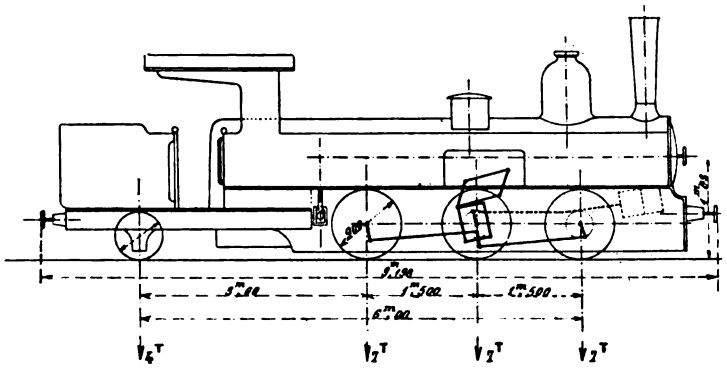


Fig. 17. — Locomotive-tender, système *Klose*, à 3/4 essieux accouplés. Voie de 0m 76.

l'accouplement de trois essieux qui ne sont pas toujours parallèles : il consiste en un jeu de bielles d'accouplement pouvant automatiquement prendre des longueurs utiles variables.

Le bouton de manivelle M′ de l'essieu moteur O′ porte une sorte de balancier muni de quatre points d'articulation disposés sur deux bras rectangulaires VU et ST ; les bielles d'accouplement viennent s'articuler en U et en V. D'autre part, le bras ST n'est autre chose qu'un côté d'un parallélogramme déformable RNST, s'articulant lui-même en R avec un autre parallélogramme déformable QRKL. Les côtés RN et RK sont calés sur leur axe commun de telle manière que l'angle KRN soit constant, quelle que soit la position des parallélogrammes. L'axe Q, autour duquel peut osciller le parallélogramme supérieur, est toujours fixe : c'est un point du châssis de la locomotive. Le côté QL, est, d'autre part, solidaire du levier FG recevant le mouvement de l'essieu porteur d'arrière.

Lorsque la locomotive se déplace sur un alignement droit, le levier FG est immobile, de même que le levier QL qui est calé sur le même axe. Le parallélogramme supérieur peut donc se déformer, mais le

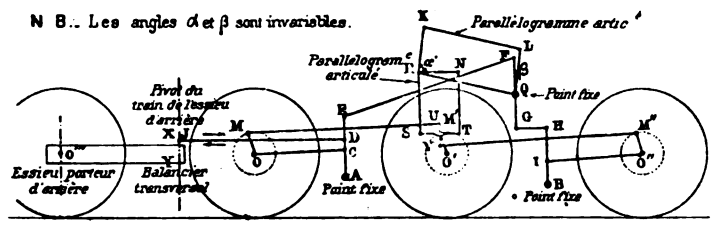


Fig. 18. — Schéma du système *Klose*.

côté QL reste immobile. Le côté RK reste donc toujours parallèle à lui-même ; il en est de même des côtés RN et ST du parallélogramme inférieur, puisque l'angle α est constant par construction. Le balancier STUV oscillera donc autour du bouton de manivelle M′, en conservant toujours rigoureusement la même orientation. Les bielles MU et M″V se comporteront en réalité comme si elles avaient les longueurs MM′ et M′M″, puisque les angles U et V sont immuables.

Supposons maintenant que la machine entre dans une courbe. L'essieu porteur transmettra son déplacement au levier FG, et par suite au levier QL ; celui-ci prendra une nouvelle inclinaison, qui demeurera fixe tant que le rayon de la courbe ne changera pas. Le côté RK se déplacera alors en restant parallèle à la nouvelle direction du levier QL, et les côtés RN et ST se déplaceront en demeurant parallèles à une nouvelle direction. Le balancier tournera alors autour du bouton de manivelle M, en conservant une nouvelle orientation, ce qui entraînera la modification des angles U et V et, par suite, l'allongement ou le raccourcissement des longueurs théoriques MM′ et M′M″ des bielles d'accouplement.

Dans l'exemple que nous avons choisi, le diamètre des cylindres et la course des pistons sont respectivement de 290 et de 450 millimètres ; les roues motrices ont un diamètre de 900 millimètres. La chaudière, qui est timbrée à 12 kilogr., a 58 mètres carrés de surface de chauffe ; la grille a une surface de 0m²9. L'effort théorique de traction est de 5 000 kilogrammes.

Locomotive-tender à 3/5 essieux accouplés, de la Compagnie Holandsbanen (Norwège) (fig. 19). — Cette machine, qui est de construction américaine, mais qui est néanmoins pourvue d'un foyer en cuivre, a été construite en vue de circuler sur des lignes ayant des courbes de 50 mètres de rayon.

Les trois essieux moteurs sont précédés d'un bissel et suivis d'un essieu porteur pouvant prendre un assez grand déplacement latéral. La charge maximum par essieu ne dépasse pas 5 tonnes.

La chaudière est timbrée à 11kg3 ; le diamètre des cylindres et la

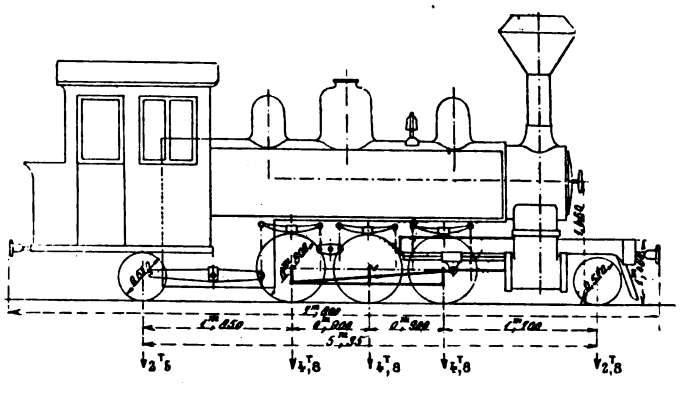


Fig. 19. — Locomotive-tender, à bissel et essieu porteur, à 3/5 essieux accouplés. Voie de 0m 75.

course des pistons sont de 275 et 400 millimètres ; le diamètre des roues motrices est de 0m 80. Le poids total de la locomotive en ordre de marche est de 19t8 ; les soutes à eau contiennent 2 500 litres.

L'effort théorique de traction dont est capable cette locomotive atteint 4 270 kilogrammes.

La cabine du personnel est entièrement vitrée en raison de la rigueur du climat du pays.

Locomotive-tender à 4/4 essieux accouplés, du Chemin de fer de Gyalär-Vajda-Hunyad (Hongrie) (fig. 20). — Cette locomotive à adhérence totale est en service sur une ligne présentant de longues rampes de 25 millimètres, combinées avec des courbes de 100 mètres de rayon. Elle est caractérisée par l'application du système *Klien-Lindner*, qui permet

Digitized by Google

aux deux essieux extrêmes de devenir convergents, tout en restant accouplés aux essieux du milieu.

Ce résultat est obtenu en employant deux essieux concentriques s'assemblant, en leur milieu, au moyen d'une rotule (fig. 21). L'essieu intérieur A, qui est fixe dans le châssis, porte les manivelles des bielles d'accouplement, tandis que l'essieu extérieur B, qui peut s'orienter suivant les sinuosités de la voie, porte seulement les roues. L'entraînement des deux essieux est obtenu au moyen d'un fort taquet C.

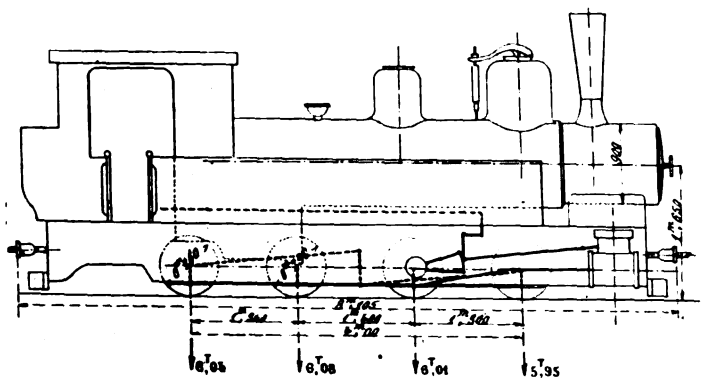


FIG. 20. — Locomotive-tender, système *Klien-Lindner*, à 4/4 essieux accouplés. Voie de 0m 76.

En réalité, la rotule n'est pas sphérique. Elle se compose simplement d'un cylindre D, d'un diamètre supérieur à celui de l'essieu et raccordé à ce dernier par une surface gauche de révolution. Il en résulte que tout déplacement de l'essieu extérieur entraîne un déplacement, le

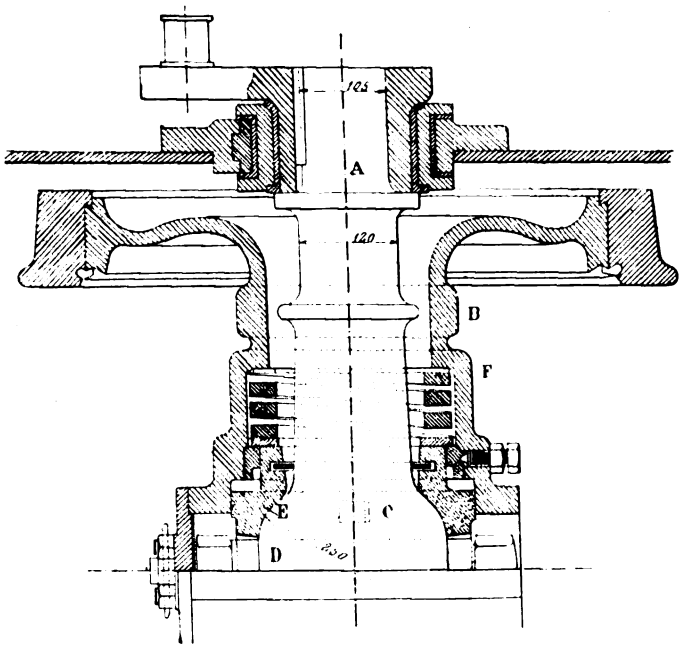


FIG. 21. — Coupe d'un essieu accouplé convergent, système *Klien-Lindner*.

long de l'essieu, d'une sorte de coussinet E s'appuyant sur cette surface de raccordement. Ce coussinet est poussé par un fort ressort à boudin qui détermine le rappel de l'essieu lorsque la voie est, de nouveau, en alignement droit.

On assure, de plus, une convergence symétrique aux essieux extrêmes en réunissant, de chaque côté, les essieux porte-roues entre eux au moyen de bielles s'articulant sur un balancier vertical (fig. 20).

Les cylindres sont extérieurs et en porte à faux à l'avant du premier essieu ; ils ont 340 millimètres de diamètre avec une course de piston de 350 millimètres ; les roues ont un diamètre de 0m 75. Les surfaces de chauffe totale et de grille sont respectivement de 48m² 61 et de 0m² 900 ; le timbre de la chaudière est de 12 kilogrammes.

Cette machine pèse 24t 08 en ordre de marche ; le poids maximum par essieu est de 6t 08.

Le châssis est formé de longerons extérieurs, et tous les essieux y sont fixés sans aucun jeu latéral ; les ressorts à lames des deux essieux d'arrière et d'avant sont reliés par des balanciers longitudinaux.

L'effort théorique de traction de cette locomotive est de 6690 kilogrammes.

Henry MARTIN,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

VARIÉTÉS

Dynamomètre de transmission.

Le dynamomètre, dont nous empruntons la description à l'*American Machinist*, a été imaginé par M. Drew et perfectionné par M. Sheldon. Il repose sur le principe suivant :

L'effort moteur d'un arbre A étant transmis à un arbre A' (fig. 1) par une courroie E, qui passe sur des galets FF', disposés de façon que les deux brins de la courroie fassent ensemble un angle de 60 degrés,

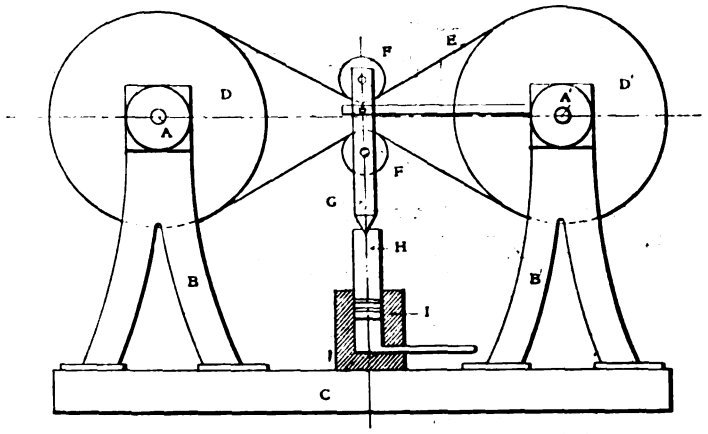


FIG. 1. — Schéma du dynamomètre de transmission.

la force qui s'exerce sur le système de galets, dans la direction normale à AA', est égale à la différence de tension des deux brins de la courroie, c'est-à-dire à l'effort moteur mesuré à la circonférence des poulies DD'.

Cet effort se trouve transmis à un appareil enregistreur, par l'intermédiaire d'un cylindre à huile I, dans lequel pénètre un piston H commandé par le système de galets.

Considérons (fig. 2) le système formé par les deux galets et les deux brins de la courroie. En appelant T_2 la tension du brin conducteur, T_1 celle du brin conduit, R_2 et R_1 les réactions, R leur résultante, on

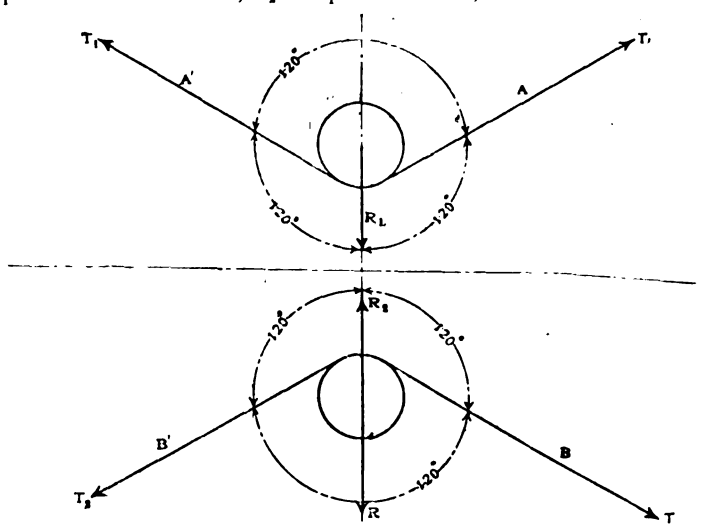


FIG. 2. — Diagramme indiquant la composition des forces mises en jeu.

se trouve en présence, pour chaque galet, d'un système de trois forces concourantes à 120 degrés, la condition d'équilibre étant que les trois forces soient égales.

On a donc :

$$R_1 = T_1;$$
$$R_2 = T_2;$$
$$R = T_2 - T_1.$$

Les arbres des poulies et des galets sont montés sur billes ; le cadre qui porte les galets est articulé sur l'un des supports, et un index sert à vérifier sa position exacte, après qu'elle a été réglée au début de l'expérience, au moyen d'un rapporteur. Le piston entre à frottement doux dans le cylindre, mais sans l'aide d'aucune garniture, la fuite de l'huile étant assez faible pour rester insignifiante après deux heures de marche.

L'appareil enregistreur se compose d'une bande de papier entraînée par un cylindre caoutchouté, sur lequel elle embrasse un angle de 210 degrés. Le cylindre de commande est actionné par l'arbre A' du dynamomètre (fig. 1), le cylindre récepteur étant commandé de la même façon, mais par l'intermédiaire d'un appareil de friction qui lui permet de suivre le déroulement.

Lorsqu'on est en possession du diagramme, il suffit de multiplier sa surface par une constante pour avoir immédiatement, en kilogrammètres, l'énergie transmise.

Digitized by Google

Cette constante se détermine par un essai préalable, dans lequel l'énergie est absorbée par un frein de Prony, l'appareil étant muni d'un compteur de tours. L'origine des abscisses se trouve donnée par la position du crayon, qui correspond à la marche à vide.

Cet appareil a été employé avec succès pour la mesure du travail absorbé par les transmissions et par les machines-outils.

Grillage du minerai mixte de plomb et de zinc de Broken Hill.

Le minerai de Broken Hill (Australie), est un mélange très complexe et très intime de plusieurs sulfures, parmi lesquels dominent la blende et la galène. Ce minerai ne peut être traité directement ni pour zinc ni pour plomb. Il ne renferme pas assez de zinc pour pouvoir être traité avec bénéfice comme minerai de zinc; mais il en renferme assez pour que le traitement soit gêné, si on le considère comme un minerai de plomb.

Le traitement mécanique, par les méthodes ordinaires, sépare très mal la galène de la blende, et encore ne donne-t-il un résultat appréciable que si le minerai est broyé très fin ; aussi l'enrichissement n'est-il fait uniquement que parce qu'on a en vue la concentration de l'argent. L'argent est, en effet, assez abondant dans le minerai et lui donne la presque totalité de sa valeur. Dans ces conditions, le traitement mécanique produit une quantité considérable de schlamms (1 200 tonnes par semaine pour une seule compagnie minière), qui représentent 11 % en poids du minerai primitif, titrant encore 20 % de plomb, 17 % de zinc et 540 grammes d'argent par tonne.

Jusque dans ces dernières années, ces schlamms, malgré leur richesse assez grande en plomb et argent, constituaient une sorte de résidu très encombrant, ayant trop peu de valeur pour supporter les frais d'un transport, et dont l'utilisation en métallurgie sur les lieux mêmes était presque impossible.

On employait, en effet, à Broken Hill, des fours de grillage à sole tournante, et comme les schlamms sont en poudre extrêmement fine, ils étaient entraînés dans les carneaux et dans les chambres de condensation sous l'effet du moindre tirage, s'y déposant sous la forme d'une poussière très légère, dont la manipulation était très coûteuse à cause de son abondance, et très dangereuse à cause de la toxicité des oxydes de plomb dont elle était composée en majeure partie. De plus, dans ces conditions, le grillage était incomplet et la dépense en combustible très élevée.

Aujourd'hui, ces schlamms sont malaxés avec de l'eau, dans un pétrin, de façon à former une pâte assez plastique qui est ensuite coupée à la pelle, de façon à obtenir des briquettes grossières que l'on fait sécher à l'air.

Ces briquettes, une fois sèches, sont mises en tas pour former des meules d'environ 2 mètres de hauteur. Cette opération doit se faire à la main; on a essayé de la faire automatiquement au moyen de grues roulantes, mais les briquettes se réduisent trop facilement en poussière.

Il est avantageux de faire des tas aussi longs que possible, le feu progressant successivement dans toute la longueur : on dépense, en effet, pour l'allumage, la même quantité de bois pour un petit tas que pour un grand ; de plus, la largeur du tas étant au maximum de 7 mètres, il faut compter dans tous les cas sur une épaisseur de 30 à 40 centimètres de croûte extérieure, qui ne sont pas grillés et qui doivent être remis en tas. C'est pour ces raisons qu'on construit maintenant des meules dont la longueur va jusqu'à 700 mètres. La dépense en bois pour l'allumage est ainsi descendue à moins de 1 % du poids du minerai. L'allumage dure vingt-quatre heures; le feu s'entretient ensuite de lui-même, par la chaleur dégagée pendant la combustion du soufre et des métaux du minerai.

Il faut régler avec soin l'arrivée de l'air ; s'il est trop abondant, la combustion s'accélère, le minerai s'agglomère et se scorifie à la surface des briquettes, tandis que l'intérieur reste cru; les briquettes se soudent entre elles et la démolition de la meule devient très difficile.

En pratique, les 14 % de soufre, que renferme le minerai cru, se réduisent à 7 % après grillage, dont la moitié est encore sous forme de sulfure et l'autre sous forme de sulfate.

D'après l'*Engineering and Mining*, et selon M. Carmichael, le grillage en tas donnerait lieu aux réactions suivantes :

Le silicate de manganèse au rouge vif se décomposerait en MnO et SiO^2, et les différents sels de calcium passeraient à l'état de CaS, le soufre étant fourni par les sulfures.

Au contact de l'air, on aurait ensuite :

$$3\,MnO + O = Mn^3O^4$$
$$CaS + 4\,O = SO^4Ca,$$

L'oxyde salin de manganèse et le sulfate de calcium ainsi formés serviraient de véhicule à l'oxygène, car ils se réduiraient au contact du sulfure de plomb :

$$PbS + 4\,Mn^3O^4 = SO^4Pb + 12\,MnO$$
$$PbS + SO^4Ca = SO^4Pb + CaS,$$

et le même cycle de réactions se reproduirait ensuite.

Le sulfate de plomb réagirait ensuite sur le sulfure pour donner :

$$PbS + 3\,SO^4Pb = 4\,PbO + 4\,SO^2.$$

Le grillage, par conséquent, produit une quantité considérable de gaz sulfureux. Ce gaz sulfureux renferme des quantités notables d'oxyde de plomb et d'oxyde de zinc entraînés mécaniquement à l'état de fumées. Ce dernier provient de la blende qui, étant ainsi presque totalement grillée et éliminée, rend le traitement pour plomb plus facile.

Les pertes, en plomb, sont de 12,5 %; elles étaient de 17 à 18 % dans les fours à flammes, du système Ropp. La perte en argent, 5 %, est à peu près la même dans les deux cas.

Balance voltamétrique, système Pfanhauser.

On a construit depuis longtemps des balances à interrupteur, destinées à couper automatiquement le courant dans un bain galvanoplastique, lorsque le dépôt de métal a atteint un poids déterminé.

La balance ci-dessous, dont nous empruntons la description à la *Zeitschrift für Elektrochemie*, remplit la même fonction, mais elle agit d'une façon indirecte, c'est-à-dire qu'au lieu de peser directement la quantité d'or ou d'argent déposé dans le bain, elle pèse le cuivre déposé dans un voltamètre en série avec le bain. Elle agit, en un mot, comme un coulombs-mètre, et est pourvue, en outre, d'un dispositif de rupture brusque, qui fonctionne de la façon suivante :

P étant le voltamètre dont nous avons parlé, *b* son anode, la cathode *a* est suspendue au fléau W de la balance. Ce fléau porte, du même côté, une armature en fer, en regard d'un électro-aimant fixe M, et un ressort de contact F, en regard d'une pointe métallique isolée S. Du côté opposé, il porte une pointe C qui, en plongeant dans un godet de mercure N, forme l'interrupteur.

On voit que le circuit contient, en série, l'ampèremètre AM, un interrupteur I, le voltamètre P, l'interrupteur automatique C, N, le

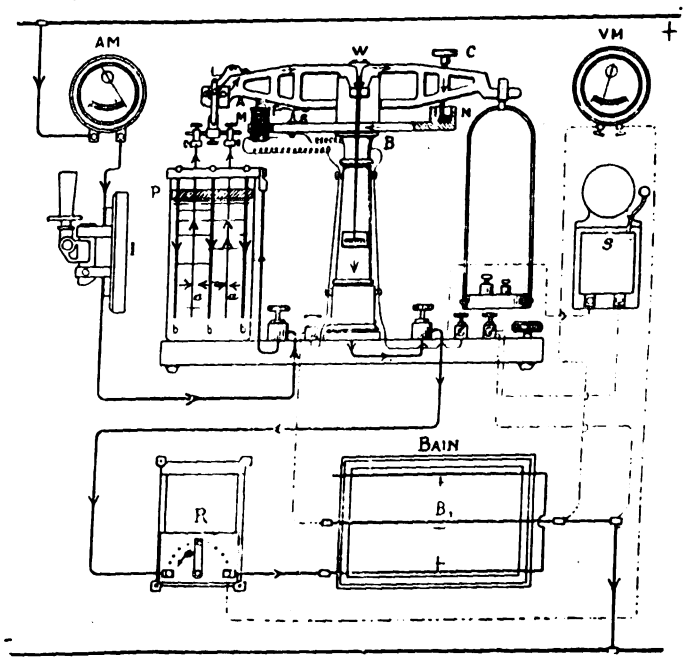


Fig. 1. — Schéma du montage de la balance voltamétrique.

rhéostat de réglage R, et le bain galvanoplastique, et qu'une dérivation commandée par les contacts F, S renferme l'électro-aimant M et une sonnerie d'avertissement *s*. VM est un voltmètre aux bornes du bain.

L'opération s'effectue de la façon suivante : le vase du voltamètre P renfermant une dissolution de cuivre recouverte de 1 centimètre d'huile de paraffine, on règle la position de ce vase de façon que les cathodes se présentent à égale distance des anodes; le godet N est rempli de mercure jusqu'aux trois quarts de sa profondeur. En L se trouve un fil destiné à assurer la continuité électrique du circuit; ce fil se termine dans deux godets, où l'on place également une goutte de mercure.

On amène alors au zéro l'aiguille du fléau, et on règle la pointe S, de façon à l'amener en contact avec le ressort. On vérifie l'exactitude de ce réglage en fermant l'interrupteur I; le fléau doit être attiré par l'électro-aimant. On règle enfin la vis C de façon que, l'aiguille étant au zéro, cette vis affleure juste la surface du mercure. On tare la balance, et après avoir calculé (d'après la surface de l'objet à recouvrir et l'épaisseur désirée) le poids de cuivre correspondant à celui du métal à déposer, on place sur le plateau le poids ainsi trouvé.

On ferme enfin l'interrupteur I, on règle l'intensité à l'aide du rhéostat R, et l'opération se termine d'elle-même lorsque le fléau, en penchant vers la gauche, établit le contact entre F et S, ce qui ferme le circuit de l'électro-aimant M, produit en C, N l'interruption brusque du courant, et met en circuit la sonnerie *s*.

Digitized by Google

aux deux essieux extrêmes de devenir convergents, tout en restant accouplés aux essieux du milieu.

Ce résultat est obtenu en employant deux essieux concentriques s'assemblant, en leur milieu, au moyen d'une rotule (fig. 21). L'essieu intérieur A, qui est fixe dans le châssis, porte les manivelles des bielles d'accouplement, tandis que l'essieu extérieur B, qui peut s'orienter suivant les sinuosités de la voie, porte seulement les roues. L'entraînement des deux essieux est obtenu au moyen d'un fort taquet C.

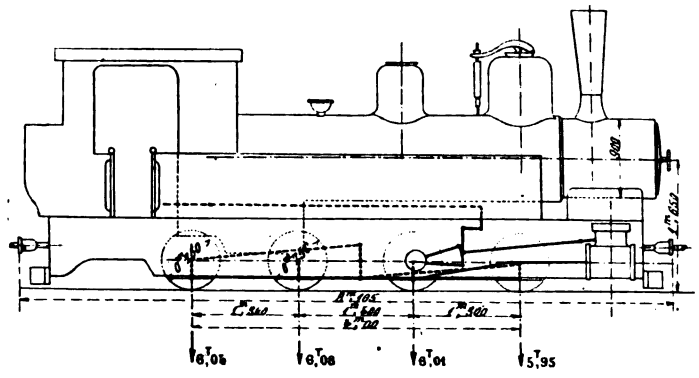


FIG. 20. — Locomotive-tender, système *Klien-Lindner*, à 4/4 essieux accouplés. Voie de 0m 76.

En réalité, la rotule n'est pas sphérique. Elle se compose simplement d'un cylindre D, d'un diamètre supérieur à celui de l'essieu et raccordé à ce dernier par une surface gauche de révolution. Il en résulte que tout déplacement de l'essieu extérieur entraîne un déplacement, le

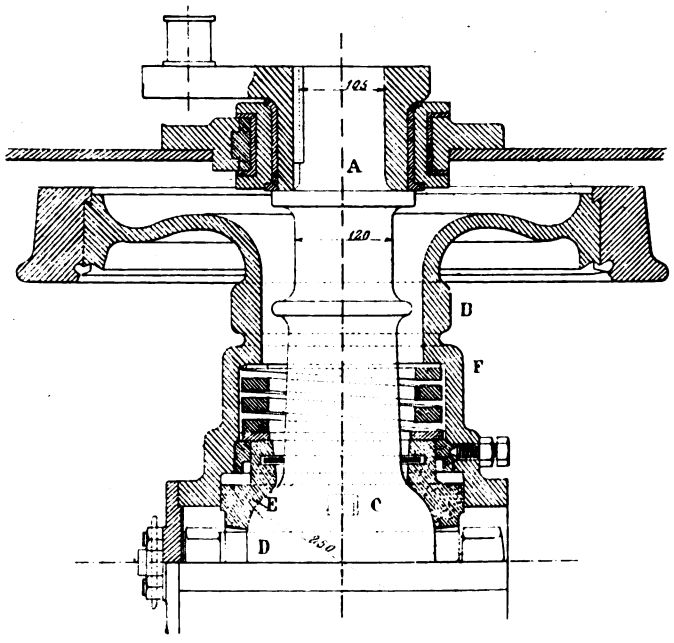


FIG. 21. — Coupe d'un essieu accouplé convergent, système *Klien-Lindner*.

long de l'essieu, d'une sorte de coussinet E s'appuyant sur cette surface de raccordement. Ce coussinet est poussé par un fort ressort à boudin qui détermine le rappel de l'essieu lorsque la voie est, de nouveau, en alignement droit.

On assure, de plus, une convergence symétrique aux essieux extrêmes en réunissant, de chaque côté, les essieux porte-roues entre eux au moyen de bielles s'articulant sur un balancier vertical (fig. 20).

Les cylindres sont extérieurs et en porte à faux à l'avant du premier essieu ; ils ont 340 millimètres de diamètre avec une course de piston de 350 millimètres ; les roues ont un diamètre de 0m 75. Les surfaces de chauffe totale et de grille sont respectivement de 48m2 61 et de 0m2 900 ; le timbre de la chaudière est de 12 kilogrammes.

Cette machine pèse 24t 08 en ordre de marche ; le poids maximum par essieu est de 6t 08.

Le châssis est formé de longerons extérieurs, et tous les essieux y sont fixés sans aucun jeu latéral ; les ressorts à lames des deux essieux d'arrière et d'avant sont reliés par des balanciers longitudinaux.

L'effort théorique de traction de cette locomotive est de 6690 kilogrammes.

Henry MARTIN,
Ingenieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

VARIÉTÉS

Dynamomètre de transmission.

Le dynamomètre, dont nous empruntons la description à l'*American Machinist*, a été imaginé par M. Drew et perfectionné par M. Sheldon. Il repose sur le principe suivant :

L'effort moteur d'un arbre A étant transmis à un arbre A′ (fig. 1) par une courroie E, qui passe sur des galets FF′, disposés de façon que les deux brins de la courroie fassent ensemble un angle de 60 degrés,

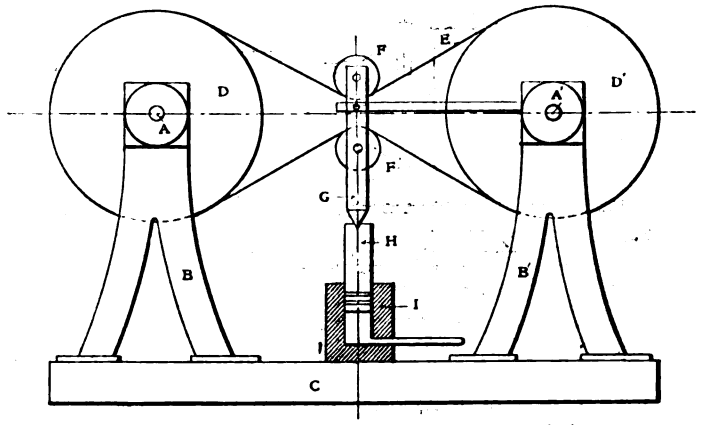


FIG. 1. — Schéma du dynamomètre de transmission.

la force qui s'exerce sur le système de galets, dans la direction normale à AA′, est égale à la différence de tension des deux brins de la courroie, c'est-à-dire à l'effort moteur mesuré à la circonférence des poulies DD′.

Cet effort se trouve transmis à un appareil enregistreur, par l'intermédiaire d'un cylindre à huile I, dans lequel pénètre un piston H commandé par le système de galets.

Considérons (fig. 2) le système formé par les deux galets et les deux brins de la courroie. En appelant T_2 la tension du brin conducteur, T_1 celle du brin conduit, R_2 et R_1 les réactions, R leur résultante, on

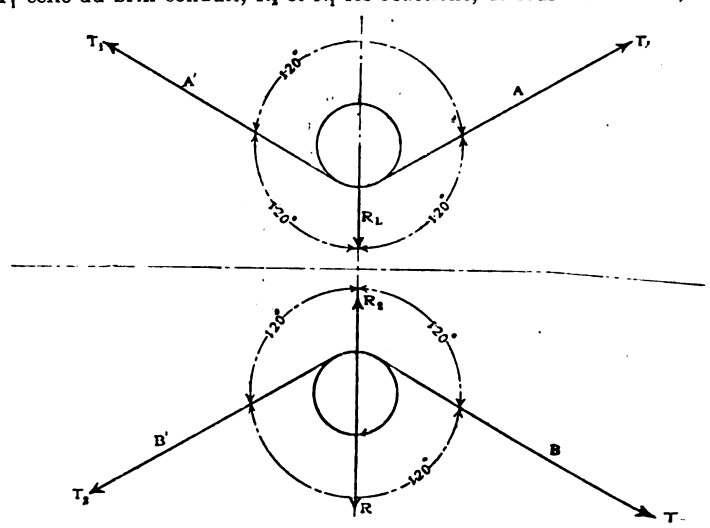


FIG. 2. — Diagramme indiquant la composition des forces mises en jeu.

se trouve en présence, pour chaque galet, d'un système de trois forces concourantes à 120 degrés, la condition d'équilibre étant que les trois forces soient égales.

On a donc :

$$R_1 = T_1;$$
$$R_2 = T_2;$$
$$R = T_2 - T_1.$$

Les arbres des poulies et des galets sont montés sur billes ; le cadre qui porte les galets est articulé sur l'un des supports, et un index sert à vérifier sa position exacte, après qu'elle a été réglée au début de l'expérience, au moyen d'un rapporteur. Le piston entre à frottement doux dans le cylindre, mais sans l'aide d'aucune garniture, la fuite de l'huile étant assez faible pour rester insignifiante après deux heures de marche.

L'appareil enregistreur se compose d'une bande de papier entraînée par un cylindre caoutchouté, sur lequel elle embrasse un angle de 210 degrés. Le cylindre de commande est actionné par l'arbre A′ du dynamomètre (fig. 1), le cylindre récepteur étant commandé de la même façon, mais par l'intermédiaire d'un appareil de friction qui lui permet de suivre le déroulement.

Lorsqu'on est en possession du diagramme, il suffit de multiplier sa surface par une constante pour avoir immédiatement, en kilogrammètres, l'énergie transmise.

Digitized by Google

Cette constante se détermine par un essai préalable, dans lequel l'énergie est absorbée par un frein de Prony, l'appareil étant muni d'un compteur de tours. L'origine des abscisses se trouve donnée par la position du crayon, qui correspond à la marche à vide.

Cet appareil a été employé avec succès pour la mesure du travail absorbé par les transmissions et par les machines-outils.

Grillage du minerai mixte de plomb et de zinc de Broken Hill.

Le minerai de Broken Hill (Australie), est un mélange très complexe et très intime de plusieurs sulfures, parmi lesquels dominent la blende et la galène. Ce minerai ne peut être traité directement ni pour zinc ni pour plomb. Il ne renferme pas assez de zinc pour pouvoir être traité avec bénéfice comme minerai de zinc; mais il en renferme assez pour que le traitement soit gêné, si on le considère comme un minerai de plomb.

Le traitement mécanique, par les méthodes ordinaires, sépare très mal la galène de la blende, et encore ne donne-t-il un résultat appréciable que si le minerai est broyé très fin ; aussi l'enrichissement n'est-il fait uniquement que parce qu'on a en vue la concentration de l'argent. L'argent est, en effet, assez abondant dans le minerai et lui donne la presque totalité de sa valeur. Dans ces conditions, le traitement mécanique produit une quantité considérable de schlamms (1 200 tonnes par semaine pour une seule compagnie minière), qui représentent 11 °/₀ en poids du minerai primitif, titrant encore 20 °/₀ de plomb, 17 °/₀ de zinc et 540 grammes d'argent par tonne.

Jusque dans ces dernières années, ces schlamms, malgré leur richesse assez grande en plomb et argent, constituaient une sorte de résidu très encombrant, ayant trop peu de valeur pour supporter les frais d'un transport, et dont l'utilisation en métallurgie sur les lieux mêmes était presque impossible.

On employait, en effet, à Broken Hill, des fours de grillage à sole tournante, et comme les schlamms sont en poudre extrêmement fine, ils étaient entraînés dans les carneaux et dans les chambres de condensation sous l'effet du moindre tirage, s'y déposant sous la forme d'une poussière très légère, dont la manipulation était très coûteuse à cause de son abondance, et très dangereuse à cause de la toxicité des oxydes de plomb dont elle était composée en majeure partie. De plus, dans ces conditions, le grillage était incomplet et la dépense en combustible très élevée.

Aujourd'hui, ces schlamms sont malaxés avec de l'eau, dans un pétrin, de façon à former une pâte assez plastique qui est ensuite coupée à la pelle, de façon à obtenir des briquettes grossières que l'on fait sécher à l'air.

Ces briquettes, une fois sèches, sont mises en tas pour former des meules d'environ 2 mètres de hauteur. Cette opération doit se faire à la main; on a essayé de la faire automatiquement au moyen de grues roulantes, mais les briquettes se réduisent trop facilement en poussière.

Il est avantageux de faire des tas aussi longs que possible, le feu progressant successivement dans toute la longueur : on dépense, en effet, pour l'allumage, la même quantité de bois pour un petit tas que pour un grand ; de plus, la largeur du tas étant au maximum de 7 mètres, il faut compter dans tous les cas sur une épaisseur de 30 à 40 centimètres de croûte extérieure, qui ne sont pas grillés et qui doivent être remis en tas. C'est pour ces raisons qu'on construit maintenant des meules dont la longueur va jusqu'à 700 mètres. La dépense en bois pour l'allumage est ainsi descendue à moins de 1 °/₀ du poids du minerai. L'allumage dure vingt-quatre heures; le feu s'entretient ensuite de lui-même, par la chaleur dégagée pendant la combustion du soufre et des métaux du minerai.

Il faut régler avec soin l'arrivée de l'air ; s'il est trop abondant, la combustion s'accélère, le minerai s'agglomère et se scorifie à la surface des briquettes, tandis que l'intérieur reste cru; les briquettes se soudent entre elles et la démolition de la meule devient très difficile.

En pratique, les 14 °/₀ de soufre, que renferme le minerai cru, se réduisent à 7 °/₀ après grillage, dont la moitié est encore sous forme de sulfure et l'autre sous forme de sulfate.

D'après l'*Engineering and Mining*, et selon M. Carmichael, le grillage en tas donnerait lieu aux réactions suivantes :

Le silicate de manganèse au rouge vif se décomposerait en MnO et SiO^2, et les différents sels de calcium passeraient à l'état de CaS, le soufre étant fourni par les sulfures.

Au contact de l'air, on aurait ensuite :

$$3\,MnO + O = Mn^3O^4$$
$$CaS + 4\,O = SO^4Ca,$$

L'oxyde salin de manganèse et le sulfate de calcium ainsi formés serviraient de véhicule à l'oxygène, car ils se réduiraient au contact du sulfure de plomb :

$$PbS + 4\,Mn^3O^4 = SO^4Pb + 12\,MnO$$
$$PbS + SO^4Ca = SO^4Pb + CaS,$$

et le même cycle de réactions se reproduirait ensuite.

Le sulfate de plomb réagirait ensuite sur le sulfure pour donner :

$$PbS + 3\,SO^4Pb = 4\,PbO + 4\,SO^2.$$

Le grillage, par conséquent, produit une quantité considérable de gaz sulfureux. Ce gaz sulfureux renferme des quantités notables d'oxyde de plomb et d'oxyde de zinc entraînés mécaniquement à l'état de fumées. Ce dernier provient de la blende qui, étant ainsi presque totalement grillée et éliminée, rend le traitement pour plomb plus facile.

Les pertes, en plomb, sont de 12,5 °/₀; elles étaient de 17 à 18 °/₀ dans les fours à flammes, du système Ropp. La perte en argent, 5 °/₀, est à peu près la même dans les deux cas.

Balance voltamétrique, système Pfanhauser.

On a construit depuis longtemps des balances à interrupteur, destinées à couper automatiquement le courant dans un bain galvanoplastique, lorsque le dépôt de métal a atteint un poids déterminé.

La balance ci-dessous, dont nous empruntons la description à la *Zeitschrift für Elektrochemie*, remplit la même fonction, mais elle agit d'une façon indirecte, c'est-à-dire qu'au lieu de peser directement la quantité d'or ou d'argent déposé dans le bain, elle pèse le cuivre déposé dans un voltamètre en série avec le bain. Elle agit, en un mot, comme un coulombs-mètre, et est pourvue, en outre, d'un dispositif de rupture brusque, qui fonctionne de la façon suivante :

P étant le voltamètre dont nous avons parlé, *b* son anode, la cathode *a* est suspendue au fléau W de la balance. Ce fléau porte, du même côté, une armature en fer, en regard d'un électro-aimant fixe M, et un ressort de contact F, en regard d'une pointe métallique isolée S. Du côté opposé, il porte une pointe C qui, en plongeant dans un godet de mercure N, forme l'interrupteur.

On voit que le circuit contient, en série, l'ampèremètre AM, un interrupteur I, le voltamètre P, l'interrupteur automatique C, N, le

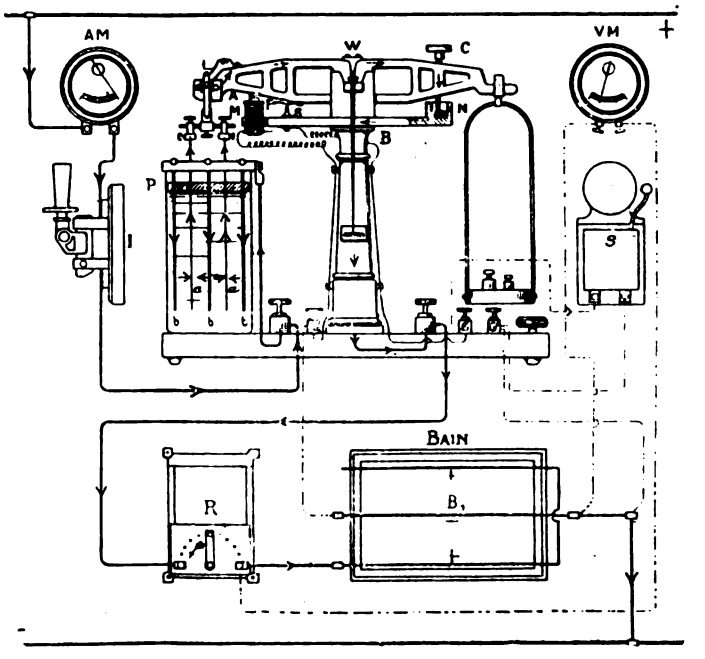


FIG. 1. — Schéma du montage de la balance voltamétrique.

rhéostat de réglage R, et le bain galvanoplastique, et qu'une dérivation commandée par les contacts F, S renferme l'électro-aimant M et une sonnerie d'avertissement *s*. VM est un voltmètre aux bornes du bain.

L'opération s'effectue de la façon suivante : le vase du voltamètre P renfermant une dissolution de cuivre recouverte de 1 centimètre d'huile de paraffine, on règle la position de ce vase de façon que les cathodes se présentent à égale distance des anodes; le godet N est rempli de mercure jusqu'aux trois quarts de sa profondeur. En L se trouve un fil destiné à assurer la continuité électrique du circuit; ce fil se termine dans deux godets, où l'on place également une goutte de mercure.

On amène alors au zéro l'aiguille du fléau, et on règle la pointe S, de façon à l'amener en contact avec le ressort. On vérifie l'exactitude de ce réglage en fermant l'interrupteur I; le fléau doit être attiré par l'électro-aimant. On règle enfin la vis C de façon que, l'aiguille étant au zéro, cette vis affleure juste la surface du mercure. On tare la balance, et après avoir calculé (d'après la surface de l'objet à recouvrir et l'épaisseur désirée) le poids de cuivre correspondant à celui du métal à déposer, on place sur le plateau le poids ainsi trouvé.

On ferme enfin l'interrupteur I, on règle l'intensité à l'aide du rhéostat R, et l'opération se termine d'elle-même lorsque le fléau, en penchant vers la gauche, établit le contact entre F et S, ce qui ferme le circuit de l'électro-aimant M, produit en C, N l'interruption brusque du courant, et met en circuit la sonnerie *s*.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 7 septembre 1903.

M. Eugène Ferron adresse un Mémoire intitulé : *Détermination analytique des divers éléments géométriques de l'anse de panier rigoureuse à n centres, étant données l'ouverture et la flèche de la courbe.*

Astronomie. — *Observations de la planète MA (24 août 1903), faites à l'Observatoire de Besançon, avec l'équatorial coudé.* Note de M. P. Chofardet, présentée par M. Lœwy.

L'auteur reproduit le tableau des observations (positions moyennes des étoiles de comparaison, positions apparentes de la planète) faites à l'Observatoire de Besançon.

Pathologie végétale. — *Sur une maladie bactérienne du tabac, le « chancre » ou « anthracnose ».* Note de M. G. Delacroix, présentée par M. Prillieux.

Les cultivateurs de tabac connaissent bien une maladie désignée, suivant les localités, sous les noms d'*anthracnose*, *noir*, *charbon*, *pourriture*. Elle a été généralement confondue avec cette affection mal définie, la *rouille*. Cependant, quand on en suit le développement, on observe des symptômes précis permettant de la caractériser.

Les premières apparences du mal se montrent généralement vers la fin de juillet, alors que les pieds de tabac repiqués ont atteint de 0m 2 à 0m 3. Sur la tige et sur la nervure principale des feuilles moyennes prennent alors naissance des taches oblongues, où la surface est comme un peu bosselée. La coloration de ces taches vire bientôt vers le jaune, pour prendre ensuite une teinte souvent un peu noirâtre et livide. La tache s'étend en surface et se creuse dans sa partie centrale.

La maladie du *chancre*, qui s'est montrée cette année, en France, dans des régions fort éloignées entre elles, en Meurthe-et-Moselle, en Dordogne, dans le Lot, amène l'inutilisation des feuilles atteintes. Le dégât a atteint parfois le cinquième de la récolte supposée.

L'auteur conclut de ses recherches que cette maladie est produite par une bactérie, qu'il dénomme *bacillus œruginosus*, et dont il se propose de faire une nouvelle étude.

Physiologie animale. — *Élevage des larves parthénogénétiques d'astéries dues à l'action de l'acide carbonique.* Note de M. Yves Delage.

L'auteur indique les expériences auxquelles il se livre actuellement sur l'élevage des larves d'astéries, en renouvelant chaque jour une partie de l'eau de mer où elles vivent, et en les alimentant par du vitellus de jaune d'œuf. Il insiste sur les conditions matérielles favorables à l'élevage, et décrit l'évolution des sujets en expérience.

Physiologie végétale. — *Sur la production de glycogène chez les champignons cultivés dans des solutions sucrées peu concentrées.* Note de M. Émile Laurent.

M. Laurent présente une exception à ce fait que la production de réserves hydrocarbonées est liée, chez les champignons (glycogène) comme chez les plantes vasculaires (amidon), à une alimentation abondante en substances sucrées ou analogues.

Il l'a constatée sur des moisissures (*Mucor racemosus*, *Sclerotinia Libertinia*, *Botrytis cinerea* et *Saccharomyces cerevisiæ*) qui s'étaient développées dans des solutions organiques très diluées, additionnées d'oxalate acide de potassium à 1 °/₀₀, et d'acide chlorhydrique à 0,5 °/₀₀.

Ces moisissures ont été cultivées, à 20 degrés, dans une solution nutritive de : phosphate d'ammoniaque, phosphate de potassium, sulfate de magnésium, sucre candi (très pur).

La production de glycogène, notable dans ces conditions, est encore bien plus abondante quand on ajoute à la solution une trace d'acide chlorhydrique. La croissance des champignons ne semble pas en être contrariée.

L'auteur propose une explication de ces résultats, qu'il a vérifiée par des essais comparatifs.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AUTOMOBILES

La vitesse des automobiles et la sécurité publique. — Le nombre croissant d'accidents de tramways et d'automobiles conduit M. L. Bell à examiner, dans l'*Electrical Review* du 15 août, les causes de ces accidents et les moyens de les éviter.

En ce qui concerne les tramways, la cause générale est que le wattman n'était pas maître de sa vitesse au moment de l'accident. Les freins sont généralement accusés à tort ; il est rare qu'ils fassent défaut ; mais, le plus souvent, le conducteur n'a pas la notion suffisamment exacte de la distance d'arrêt, celle-ci étant variable avec la vitesse, le poids de la voiture et l'état du rail. L'auteur estime donc que la limitation de la vitesse ne suffit pas, à elle seule, et que c'est dans une instruction convenable des conducteurs qu'il faut chercher le complément de sécurité.

Pour l'automobile, la question est plus complexe : ses freins sont plus puissants que ceux du tramway, et elle peut contourner un obstacle pour éviter une collision. Par contre, elle est généralement susceptible d'une vitesse plus grande, malgré la limitation légale. L'auteur estime qu'il pourrait en être ainsi sans inconvénient, si la machine était toujours entre les mains de conducteurs raisonnables, alors que les faibles vitesses elles-mêmes sont dangereuses avec les conducteurs insouciants du danger. Il pense donc que la solution consiste dans l'élimination de ces conducteurs qui se croient maîtres de la route : ils sont dangereux pour le public et, d'ailleurs, nuisibles aux intérêts de l'automobilisme. M. Bell pense également qu'il n'y a pas lieu de fixer des limites de vitesse pour telle ou telle circonstance, mais qu'on peut interdire la circulation des machines pouvant excéder une vitesse donnée en palier.

L'auteur insiste enfin sur l'inconvénient que présentent les assurances des automobiles, et l'insuffisance des amendes infligées (en Amérique) aux contrevenants.

CHEMINS DE FER

Locomotives électriques pour le chemin de fer de Baltimore et Ohio. — L'*Electrical Review*, du 22 août, renferme une description des nouvelles locomotives destinées à faire le service sous le tunnel de Baltimore. Elles doivent remorquer un train de 1 500 tonnes, y compris sa locomotive à vapeur (mais non compris la locomotive électrique), sur une rampe de 1,5 °/₀, à la vitesse de 16 kilom. à l'heure. Le poids total de la machine, divisée en deux véhicules qui forment un ensemble articulé, est de 160 tonnes.

Chaque véhicule, à 4 essieux, est actionné par 4 moteurs de 225 chevaux chacun. Le châssis est en acier coulé. Les essieux ont beaucoup de jeu latéral pour faciliter le passage en courbes.

La commande se fait par le système dit à unités multiples, du système Sprague (1) ; chaque véhicule peut, au besoin, fonctionner indépendamment, les appareils de manœuvre, de freinage, etc., étant répétés aux deux extrémités, de sorte que la machine n'a jamais besoin d'être tournée.

Le *Street Railway*, du 22 août, contient également une description de cette machine.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Dosage du soufre dans le fer et l'acier ; analyse du spath fluor ; dosage du titane. — Dans l'*Iron Age*, du 27 août, M. Ericson publie sa méthode de dosage du soufre dans le fer et l'acier, qui évite les erreurs dues à une oxydation incomplète du soufre. Il a imaginé une marche de l'analyse du spath fluor, dans laquelle il remédie à la décomposition incomplète de la matière par fusion en présence du carbonate de soude, à la solubilité notable du carbonate de chaux et à l'entraînement, dû à la fluorine, d'une certaine quantité de chaux pendant la séparation du fer et de l'alumine. Son procédé de dosage du titane repose sur la précipitation complète du titane, d'après les travaux de Prescott et Johnson, par le phosphate de soude, en présence de l'acide chlorhydrique concentré, tandis que le fer, l'aluminium, le manganèse, etc., restent en solution. On peut appliquer cette méthode d'analyse aux minerais titanifères, après traitement préalable.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 26, p. 419.

CONSTRUCTIONS CIVILES

Sur les gros ouvrages en béton. — La construction d'importants ouvrages de fortification bétonnés, tant sur le littoral américain de l'Atlantique, que sur la côte du Pacifique, a donné lieu à des observations intéressantes, dont nous résumons les principales, d'après la *Revue du Génie*, de juillet.

Tout d'abord, le capitaine Taylor, par des expériences méthodiques, a montré l'avantage obtenu par la substitution au sable ordinaire de la poudre provenant des résidus de concassage des pierres. Ces expériences ont porté sur la résistance comparative de briques comprimées et fabriquées avec trois types de sable :

1° Quartz broyé et criblé ;

2° Sable de l'embouchure du Merrimac, connu sous le nom de « sable de l'île Plum » ;

3° Poudre-résidu du broyage.

Les grosseurs de grain des divers sables employés étaient réglées à un pourcentage déterminé des résidus de passage sur six tamis différents.

L'avantage très notable de résistance, qu'a présenté le mortier fait avec du sable de broyage, ne tient pas uniquement aux vives arêtes de ses grains, puisque le quartz broyé est également anguleux.

Une deuxième série d'observations a porté sur la perméabilité du béton aux eaux d'infiltration. On remplit d'eau une rigole pratiquée dans le massif de sable adossé à un parapet de béton. Lors de l'expérience, il n'avait pas plu depuis un mois et les magasins construits sous le parapet étaient relativement secs. Or, dès le second jour de la mise en eau de la rigole, des suintements commencèrent à se manifester, traversant, sur certains points, plus de 9 mètres de béton.

Plusieurs moyens ont été mis en pratique pour assécher les locaux ou rendre étanche la surface du béton.

La protection des parties non recouvertes d'asphalte est obtenue à l'aide d'une lessive d'alun (0ᵏᵍ 5 de carbonate de soude, et 2ᵏᵍ 5 d'alun, dans 10 litres d'eau). Cette lessive est mélangée au ciment à raison de 1 litre de solution pour 10 kilogr. de ciment, puis la pâte formée est délayée avec l'eau, et étendue à la brosse sur l'enduit de mortier, dont elle doit bien boucher les pores.

Au fort de Caswell (Caroline du Nord), on s'est contenté d'un enduit à l'huile de lin sur le ciment.

Aux batteries de Mobile (Alabama), où les lessives alunées ont mal réussi, on a appliqué à chaud de l'huile de lin diluée avec 25 °/₀ de naphte.

ÉLECTRICITÉ

Les interrupteurs à haute tension. — M. Alton D. Adams publie, dans l'*Electrical Review*, du 22 août, un article sur les appareils employés pour interrompre ou commuter les courants à haute tension.

Aux tensions élevées employées actuellement, il n'est plus possible de monter ces appareils sur les tableaux de distribution, ni dans le voisinage de l'opérateur.

Les appareils à rupture dans l'air nécessitent quelquefois des distances d'interruption de plusieurs mètres. Ils ont l'inconvénient de donner lieu à des oscillations qui élèvent le voltage à deux ou trois fois sa valeur normale.

Au Niagara, on a paré à ces élévations de tension en effectuant la rupture en deux fois : un premier interrupteur coupe le courant principal, en laissant subsister une petite dérivation qu'un second interrupteur coupe ensuite.

Mais la tendance actuelle est d'employer, sur les circuits alternatifs au delà de 2 000 volts, des interrupteurs à huile, la rupture étant en général double, et les contacts étant dans un même bain ou dans des bains séparés, suivant la tension. Aux tensions modérées, ces appareils peuvent être montés derrière le tableau ; mais aux tensions très élevées ils mettraient en danger l'opérateur et le matériel avoisinant. On les enferme donc dans des cellules en maçonnerie, d'où la nécessité d'une commande à distance, en général par moteur électrique. Cette séparation des éléments à haute tension, dans des

Digitized by Google

compartiments incombustibles, s'impose d'ailleurs pour d'autres parties du matériel, et notamment pour les câbles. L'auteur conseille, pour faciliter les manœuvres, de réunir sur le tableau, par de fausses connexions, les appareils de manœuvre, et de ramener sur un même panneau les appareils qui se rapportent à une même machine ou à un même feeder.

L'auteur donne des indications sur les meilleures dispositions à adopter pour les interrupteurs, d'une part lorsque la haute tension est produite directement, d'autre part lorsqu'on interpose des transformateurs-élévateurs.

Station centrale avec moteurs à pétrole. — L'*Electrical Review* (Londres), du 28 août, donne une description sommaire de la station centrale de Jewett City (Connecticut) (3 000 habitants), qui présente comme particularité l'emploi du moteur Diesel alimenté par le pétrole brut.

L'installation est d'une grande simplicité : l'usine comprend deux groupes électrogènes à courant alternatif simple, de 60 kilowatts à 60 périodes et 2 200 volts.

Chaque moteur, à trois cylindres, développe 100 chevaux et actionne par courroie un alternateur. Le diamètre des cylindres est de 25 centimètres, la course de 38 centimètres, l'espace mort 7 % du volume du cylindre. Les réservoirs de pétrole, situés en sous-sol, contiennent 30 mètres cubes. Le pétrole est amené dans des wagons-réservoirs contenant 2 900 litres ; il coûte 23 centimes le gallon (4l 54).

La charge actuelle de l'usine correspond à 2 000 lampes de 16 bougies. La consommation de pétrole est de 0ks 194 par cheval effectif.

MÉCANIQUE

La turbine à vapeur Parsons. — M. G. R. Dunell publie, dans *Traction and Transmission*, de septembre, un article d'ensemble sur cette machine. L'auteur, après avoir décrit la turbine sous sa forme actuelle, signale que la puissance totale actuellement en marche représente près de 300 000 chevaux, parmi lesquels des unités de 5 000 chevaux.

Il rappelle que le type primitif, à double turbine, a été avantageusement remplacé par la machine avec pistons d'équilibre, plus économique et plus simple. Les applications à la marine sont particulièrement intéressantes (1), et l'auteur rappelle les expériences faites avec la *Turbinia* (1897), la construction des contre-torpilleurs *Viper*, *Cobra*, *Velox*, *Eden* et *Amethyst* ; celle des bateaux *King Edward* et *Queen Alexandra*. Plusieurs yachts ont également été construits avec turbines.

L'article contient une description, accompagnée de nombreuses photographies, des ateliers de Heaton (près Newcastle), où se construisent ces turbines ; ces ateliers sont actuellement outillés pour construire des groupes de 10 000 kilowatts.

L'enlèvement de la matière par meulage. — M. H. Hess publie, dans l'*American Machinist*, du 15 août, le résultat d'expériences qu'il a faites sur le rendement des machines à rectifier. A cet effet, il a examiné l'influence qu'ont, sur la durée de la meule et sur la quantité de matière enlevée (acier doux), la profondeur de coupe, l'avance, la vitesse de rotation de la pièce, ou la combinaison de plusieurs de ces facteurs.

Les résultats sont résumés par une série de courbes, qui montrent :

1° Qu'une grande profondeur de coupe, une grande avance et une faible vitesse de la pièce travaillée, sont favorables au rendement ;

2° Que l'effet de ces divers facteurs est très variable avec la nature de la meule ;

3° Qu'avec la même meule, ils s'influencent mutuellement pour modifier la quantité de matière enlevée.

Grues électriques pour forges. — M. Erich Becker fait ressortir, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 5 septembre, les qualités particulières aux grues électriques destinées aux ateliers, par exemple aux fonderies, forges, chaudronneries, etc. Il faut, notamment, des vitesses variables dans des limites étendues, étant données les opérations très diverses qu'elles doivent faire. Ainsi, dans une fonderie de tuyaux, le levage des pièces doit commencer sans secousse et vaincre un effort considérable, puis se faire rapidement, avec un effort de beaucoup diminué.

De même, les grues d'un atelier de rivetage doivent pouvoir transporter rapidement de grosses pièces, et cependant être prévues pour obtenir, au moment de la rivure, des mouvements restreints, mais très précis, permettant le repérage du trou de rivet par rapport à la riveuse.

M. Becker donne des exemples de grues répondant à ces conditions, et décrit leurs systèmes d'attaque du crochet par engrenages multiples, par palans, moufles et organes mécaniques de différents genres. Certains de ces engins sont commandés électriquement du sol de l'atelier, ce qui supprime les ordres transmis par signaux, et les erreurs qui s'ensuivent.

D'autres appareils sont munis d'un crochet de levage combiné, avec commande mécanique, pour pouvoir faire tourner dans un plan horizontal, ou tourner sur elle-même, la pièce qui leur est suspendue. C'est le cas pour les arbres de machines qu'on veut forger à la presse.

MÉTALLURGIE

Sublimation des scories dans les hauts fourneaux. — M. Osann, dans le *Stahl und Eisen*, du 1er août, rappelle les recherches faites par les chimistes et les métallurgistes sur la sublimation des scories des hauts fourneaux.

Les poussières très fines des gaz de hauts fourneaux ont déjà été attribuées à la condensation de gaz formés dans la cuve, et les recherches récentes semblent confirmer cette manière de voir.

On peut rappeler, à ce sujet, l'expérience de Cramer qui, ayant chauffé fortement un cristal de roche, dans un courant d'air, finit par le voir se volatiliser complètement. M. Heräus a répété une expérience analogue. D'autres expériences ont eu pour objet l'action de la température et des gaz sur du kaolin, placé dans un four à moufle porté à 2 000 degrés. Il se formait sur les parois du tube-laboratoire un dépôt de fumées blanches. L'analyse de ce dépôt a fait ressortir la grande volatilité relative de la magnésie.

M. Hilgenstock avait également observé que les fumées qui s'échappent de la scorie des hauts fourneaux, et qui tiennent en suspension divers composés, ont la même composition que la scorie. Aux températures très élevées, il se forme des combinaisons volatiles et instables, qui donnent lieu à des sublimés, par leur décomposition.

D'après M. Kossmann, cette volatilisation du kaolin et matières analogues donnerait lieu à la formation de carbures, empruntant leur carbone aux matières organiques que contiennent toujours les argiles.

M. Bunte envisage aussi la formation, dans les zones à haute température, de chlorure de silicium gazeux, assez facilement réduit par la vapeur d'eau, suivant la formule :

$$SiCl^4 + 2H^2O = SiO^2 + 4HCl.$$

Ce chlore provient des chlorures alcalins qui sont souvent contenus dans le coke.

M. Ledebur y ajoute le sulfure de silicium, qui, en présence de l'air humide, se décompose en silice et hydrogène sulfuré, et le fluorure de silicium qui peut également intervenir.

Théorie des aciers au nickel. — M. Ch.-Ed. Guillaume, directeur-adjoint du Bureau international des Poids et Mesures, publie, dans la *Revue générale des Sciences* (15 et 30 juillet), un intéressant travail sur les aciers au nickel. Après avoir exposé, dans une première partie, les résultats de l'étude expérimentale de ces aciers, il essaye, dans la seconde, de relier ces résultats par une théorie générale.

L'auteur rappelle, tout d'abord, dans cette seconde partie, que les premiers essais de théorie complète des aciers au nickel renfermaient déjà un principe qui n'a pas varié, et dont l'interprétation mécanique seule a pu être discutée. Ce principe admet que toutes les anomalies constatées dans les aciers au nickel sont dues à la superposition de deux phénomènes distincts, dont l'un est purement thermique, et de même espèce que celui qu'on observe dans tous les métaux, tandis que l'autre est d'une nature plus intime, et correspond à des transformations d'un ordre plutôt chimique, en donnant à ce terme l'acception la plus large. Ceci acquis, il expose la théorie des combinaisons définies, puis la théorie allotropique. C'est, d'ailleurs, en cherchant, dans les résultats d'expérience, des arguments susceptibles d'appuyer ou de mettre en défaut l'une de ces deux théories, que l'on est arrivé, peu à peu, à préciser les idées sur la question.

M. Guillaume étudie ensuite les arguments tirés des autres alliages, les idées de M. L. Dumas et les objections de M. Osmond ; il examine successivement la théorie des alliages irréversibles et la transformation du fer, les alliages réversibles et les recherches infructueuses qui ont été faites en vue de trouver un argument décisif dans la magnétostriction, l'action du champ magnétique sur l'équilibre des aciers au nickel, et les conséquences à tirer de la comparaison des phénomènes observés dans les deux espèces d'alliages.

Ayant mis en évidence que les anomalies des alliages réversibles sont dues à la même cause intime que celles des alliages irréversibles, c'est-à-dire attribuables aux transformations du fer, l'auteur recherche quelle est la nature de cette transformation, question qui peut être posée sous cette forme : quel est l'état de mutualité dans lequel se trouvent les divers constituants de ces alliages ?

M. Guillaume termine son important travail en faisant remarquer que l'étude des alliages du fer avec le nickel, outre l'intérêt qu'elle présente pour elle-même et pour la seule connaissance de ces alliages, est peut-être la meilleure préparation à l'étude des modifications que subit le fer aux températures élevées. Transportés par une addition de nickel dans la région des températures ordinaires, ces changements sont étudiés avec la plus grande facilité dans leurs plus délicates manifestations, alors que rien ne les eût fait découvrir aux hautes températures, en raison de toutes les difficultés qu'y rencontre l'expérimentation.

Calibrage des cylindres de laminoirs. — M. Sattmann donne, dans le *Stahl und Eisen*, du 1er septembre, un compte rendu détaillé de l'ouvrage du professeur Brovot sur les laminoirs.

L'auteur, après une introduction consacrée aux généralités et aux définitions techniques, décrit brièvement les types courants de laminoirs, duos, trios, duos réversibles, et les mouvements de déplacement des cylindres actuellement usités.

Puis il aborde son sujet principal, la détermination des profils des jeux de cylindres. L'étude des principes de la mécanique et de la résistance des matériaux le conduit à conclure que le coefficient de réduction, pour les cylindres d'un même jeu, doit être constant ; ce coefficient étant, par définition, le rapport de la section d'un calibre à celle du précédent.

Plusieurs exemples de calibrages, extraits de l'ouvrage de M. Brovot, figurent dans ce compte rendu et servent de bases aux remarques de l'auteur.

MINES

La machine d'extraction. — M. Henry, Ingénieur aux charbonnages du Hasard, publie, dans la *Revue universelle des Mines*, de juin, une étude théorique et expérimentale de la machine d'extraction. Il estime, en effet, que les Ingénieurs ne sont pas encore suffisamment documentés par des résultats d'essais, *comparables entre eux ;* que la machine d'extraction à vapeur est loin d'avoir été aussi perfectionnée que la machine à marche continue, et qu'elle est encore, à l'heure actuelle, dans la presque totalité des exploitations minières, un instrument rudimentaire aux points de vue thermique et mécanique.

Si, pour comparer différents systèmes d'extraction, en vue de leur application dans un cas donné, il est nécessaire d'étudier la machine à l'état de repos, en déterminant les moments résistants à vaincre dans les diverses hypothèses du fonctionnement, il est non moins utile, d'après M. Henry, de l'étudier en mouvement ; car, lorsqu'une telle machine tourne, elle absorbe des quantités d'énergie extrêmement variables pour accélérer ou ralentir des masses considérables, vaincre des frottements énormes et faire, en général, un travail utile moyen, d'importance relativement faible par rapport aux travaux des efforts parasites de nos appareils d'extraction actuels.

Ayant examiné de près tous ces phénomènes, sur une machine d'extraction de l'un des puits des charbonnages du Hasard, à Micheroux, l'auteur rend compte des mesures qu'il a effectuées sur cette machine, qui comporte deux cylindres jumeaux, de 810 millimètres de diamètre, à simples tiroirs, sans enveloppe de vapeur, sans détente ni condensation,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 8, 121 ; t. XL, n° 9, p. 143, et t. XLIII, n° 14, p. 209.

Digitized by Google

fonctionnant à la pression maximum de 5 atmosphères. Après avoir étudié la machine au repos, il passe successivement en revue, la mesure de la vitesse de la machine, la détermination de la vitesse moyenne d'un tour, la mesure de la puissance indiquée instantanée, le calcul de la puissance par tour, la détermination de l'influence des masses en mouvement et la vitesse possible que peut atteindre la cage descendante; il discute ensuite les résultats qu'il a obtenus.

Relatant les essais de consommation, il fait remarquer que les résultats sont ceux d'essais prolongés assez longtemps pour que leur moyenne représente réellement ce qui se passe en marche industrielle.

M. Henry étudie, en dernier lieu, la machine d'extraction à condensation, qui lui aurait procuré une économie de 21 °/₀ pour la marche à pleine pression.

D'après lui, il est assez raisonnable de supposer, dans l'état actuel de nos connaissances, que la machine d'extraction électrique puisse nécessiter moins de kilogrammes de vapeur par cheval indiqué et par jour, que la machine d'extraction à vapeur généralement employée. Toutefois, il importe de bien distinguer entre la consommation et le prix de revient industriel, car la machine électrique, exigeant la création de stations centrales, extrêmement onéreuses à installer, coûtera, à puissance égale, plus que la machine à vapeur, en tant que frais de premier établissement.

Ce capital varie suivant la répartition qui peut être faite de ces frais, sur les appareils d'utilisation plus ou moins nombreux.

L'exploitation de l'or à Zaruma (Équateur). — Dans l'*Engineering and Mining*, du 15 août, M. J. W. Mercer donne une description des mines d'or de Zaruma et des procédés d'exploitation qui y sont en usage.

L'auteur fait d'abord l'historique du petit village de Zaruma, qui a conservé son caractère espagnol et qui fut fondé par les compagnons de François Pizarre; il donne ensuite une description orographique, minéralogique et géologique des mines, et rappelle les procédés d'exploitation employés depuis les Incas jusqu'à nos jours.

Le minerai le plus abondant est un quartz légèrement bleuâtre renfermant de 10 à 12 °/₀ d'un sulfure complexe (galène, pyrite, chalcopyrite, blende). L'or est réparti à peu près par moitié dans les sulfures et dans le quartz même où il est alors quelquefois visible. Le minerai s'oxyde très rapidement quand il est exposé à l'air.

L'auteur décrit les trois principales méthodes d'exploitation qui sont actuellement employées; selon que le minerai est en filons épais ou minces, à toit résistant ou non, à proximité de la surface ou non, à grand ou à faible pendage, on emploie l'une ou l'autre.

Le traitement, encore très rudimentaire, consiste en un bocardage suivi d'une amalgamation et d'une cyanuration, sans concentration, séparation mécanique, classement, ni reprise des grenailles. La cyanuration ne s'y pratique pas comme à l'ordinaire; l'auteur indique le procédé usité, et le justifie par des conditions locales. On n'extrait d'ailleurs ainsi que 60 à 70 °/₀ de l'or contenu dans le minerai.

Toute la force motrice nécessaire est fournie hydrauliquement.

NAVIGATION

Les causes de la crise actuelle de la marine française. — Dans une conférence faite à la *Société de Géographie commerciale*, le 16 juin dernier (Bulletin de cette Société, 3ᵉ fascicule de 1903), M. A. Lebon a exposé les causes qui lui paraissent avoir amené la crise traversée actuellement par la marine française.

L'une de ces causes, d'ordre général, serait la substitution de la machine à l'homme, dans la production industrielle : cette transformation, en rendant inutile la personnalité, l'esprit d'invention, l'imagination créatrice, qui assuraient naguère la prépondérance universelle de nos ouvriers, a commencé la période de déclin, dont nous souffrons. Dans un ordre plus spécial, M. Lebon montre les désavantages qui résultent, pour la marine française, du système de primes et de subventions qui, au premier abord, semble devoir en favoriser le développement. Ces primes ne peuvent, en effet, être touchées que par des navires de construction française; or, cette construction coûtant 35 à 40 °/₀ de plus qu'à l'étranger, le Français aura à servir les intérêts d'un capital bien supérieur à celui que représente le navire étranger. Cette charge initiale se répercute sur le budget de l'exploitation annuelle et s'accroît des frais d'entretien et de réparation, plus élevés en France qu'à l'étranger, dans les mêmes proportions que les frais de construction.

L'obligation de recruter le personnel dans les *inscrits*, grève encore nos armateurs de 25 à 30 °/₀ de plus que leurs concurrents étrangers, sans leur assurer les garanties qui, du temps de Colbert, soumettaient l'inscrit ayant rompu son contrat aux mêmes lois qui atteignent le déserteur.

Ces charges sont rendues plus pénibles encore à supporter, par la diminution toujours croissante des prix de transport; l'auteur évalue celle-ci, durant les trente dernières années, à 80 °/₀.

Il touche enfin à l'un des plus graves côtés du problème, en montrant que, par la nature même de l'industrie et du commerce qu'elle est appelée à servir, notre marine n'est pas aussi favorisée que ses concurrentes. Cela tiendrait à ce que notre exportation, composée surtout d'objets de luxe, ne constitue pas le fret lourd et encombrant nécessaire pour garnir les flancs des bâtiments énormes que l'on construit aujourd'hui. Le résultat en est que la moitié de nos produits ne partent pas sous le pavillon national, les navires étrangers trouvant intérêt à compléter leur chargement dans nos ports, et que le quart seulement de notre importation est amené en France par nos navires qui n'ont pu aller chercher économiquement le fret lourd là où il se trouve.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Usine pour l'éclairage, la traction et la fabrication de la glace, à Hampton (E.-U.). — Le *Street Railway*, du 15 août, donne une description d'une usine située à Hampton, et qui est destinée à la fois à alimenter une ligne à trolley (de Old Point Comfort à Newport News) à fournir la lumière et la force dans la région, et à fabriquer de la glace pure.

L'usine, construite dans une baie, est fondée d'une façon très spéciale : on a d'abord enfoncé des pieux de 6 mètres à 1 mètre l'un de l'autre. Les rangées transversales ont été réunies par des poutrelles de 30 × 30 centimètres, sur lesquelles on a placé un double plancher en bois. Sur cet ensemble, situé au niveau des basses eaux, on a construit les murs, les soubassements des piliers et les fondations de la cheminée. Toute la surface a été ensuite recouverte de 1 mètre de béton, qui forme le sol de la salle des machines et la fondation des chaudières.

La salle des chaudières contient six générateurs de 250 chevaux; le matériel générateur se compose de trois alternateurs, représentant en tout 1 300 kilowatts, et de deux génératrices pour les tramways (une de 325 et une de 500 kilowatts). La condensation se fait par surface et à l'eau salée.

Une partie de l'eau condensée, après séparation de l'huile et filtration, sert à la fabrication de la glace, à l'aide d'un compresseur à ammoniaque correspondant à une production de 40 tonnes par jour. Un magasin séparé peut contenir une réserve de 1 000 tonnes.

Ouvrages récemment parus.

Le Froid artificiel et ses applications industrielles, commerciales et agricoles, par J. de Loverdo. — Un volume grand in-8° de 650 pages, avec 156 figures. — Vᵉ Dunod, éditeur, Paris, 1903. — Prix : broché, 12 fr. 50; cartonné, 14 francs.

M. de Loverdo publie dans cet ouvrage les renseignements qu'il a recueillis sur la question du froid artificiel, tant dans ses missions officielles à l'étranger que dans la direction d'établissements frigorifiques.

Les intéressés y trouveront l'exposé des dépenses d'installation, des systèmes entre lesquels on peut choisir, des prix de revient, des meilleures conditions de fonctionnement et de conservation, etc.

L'auteur, après avoir traité la question des machines frigorifiques au point de vue pratique, décrit la construction et l'aménagement des établissements frigorifiques; il passe ensuite en revue toutes les applications aussi bien sur les produits alimentaires que sur une foule d'industries utilisant le froid, notamment les transports frigorifiques, par bateaux et wagons spéciaux.

Un dernier chapitre est consacré au développement de l'industrie frigorifique aux États-Unis, en Allemagne, en Angleterre, etc. L'état actuel de l'industrie frigorifique en France y est décrit d'une façon très complète, et cet exposé est accompagné d'une carte frigorifique.

On trouvera à la fin de l'ouvrage une bibliographie détaillée de tout ce qui a été publié sur le *Froid artificiel* dans les principales langues.

Traité théorique et pratique des appareils de levage et de manutention, par M. Etienne Pacoret, Ingénieur-électricien. — Un volume in-8° de 513 pages, avec 300 figures dans le texte. — J. Loubat, éditeur, Paris, 1903. — Prix : broché, 16 francs.

Dans la première partie de l'ouvrage, l'auteur traite des éléments de construction et organes de machines, classant, dans des chapitres spéciaux, les différentes pièces employées dans la construction, pour le calcul desquelles il donne toutes les indications nécessaires. Cette partie forme un cours de mécanique usuelle, augmenté d'un chapitre réservé aux moteurs électriques.

La seconde partie traite des appareils, opérateurs, engins et machines employés dans la manutention et le levage. Les différents systèmes de palans, crics, vérins, cabestans, treuils, ponts roulants, ascenseurs, les grues, les cages d'extraction, les porteurs aériens, transporteurs à vis, à courroie, les appareils de déchargement automatiques, les transbordeurs, les élévateurs de grains, les machines à draguer y sont passés en revue.

Un chapitre annexe contient une série de données pratiques et les prix de revient de plusieurs engins de levage et de manutention.

Le navire pour passagers, par C. Turc, lieutenant de vaisseau. — Une brochure in-8° de 88 pages, avec 32 figures. — Bernard, éditeur, Paris. — Prix : 2 francs.

Après avoir rappelé les conditions dans lesquelles se produisent le roulis et le tangage des navires actuels, l'auteur propose et décrit une nouvelle forme de coque, composée d'un fuseau immergé et de deux flotteurs supportant, au-dessus de ce fuseau, un caisson étanche qui renferme les cabines et autres aménagements. Cette coque est destinée à obtenir, d'une part, la suppression du roulis et du tangage, d'autre part, l'insubmersibilité.

L'auteur analyse ensuite les propriétés de ce nouveau type de navire, et envisage les objections qu'il soulève; puis il développe l'avant-projet détaillé d'un navire de 6 300 tonneaux, établi conformément aux principes exposés précédemment.

Exposé synthétique des principes fondamentaux de la Nomographie, par Maurice d'Ocagne. — Une brochure grand in-8° de 62 pages, avec 31 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1903. — Prix : 3 fr. 50.

L'auteur s'est proposé dans ce travail, publié d'abord par le *Journal de l'École Polytechnique*, de développer le problème de la représentation nomographique des équations dans ses termes les plus généraux et les plus abstraits, suivant ainsi l'ordre inverse de celui de son Traité de Nomographie (1).

Il étudie successivement la représentation nomographique sur un seul plan et sur plusieurs plans mobiles superposés, sans entrer dans le détail des applications techniques.

Les Ennemis du laboratoire (*Bibliothèque de la Photo-Revue*). — Une brochure in-8° de 48 pages, avec figures. — Charles Mendel, éditeur, Paris, 1903. — Prix : 0 fr. 60.

Cette plaquette est consacrée aux déprédations des rongeurs, insectes et microbes, qui considèrent la gélatine des plaques comme un régal ou comme un milieu favorable à leur développement. Un chapitre est spécialement réservé aux accidents dus à la poussière.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XXXV, n° 26, p. 425.

Le Gérant : H. Avoiron.

Imprimerie Chaix, rue Bergère, 20, Paris.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 22. N° 1111. Samedi 26 Septembre 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Agriculture** : Le reboisement des montagnes, p. 337. — **Physique industrielle** : Le chalumeau oxy-acétylénique, p. 340; Ed. Fouché. — **Travaux publics** : Pont sur le Rupnarayan (Indes anglaises) *(planche XXII)*, p. 344. — **Chemins de fer** : Les locomotives à voie étroite *(suite et fin)*, p. 344; Henry Martin. — **Variétés** : Conservation et entretien des bois et en particulier des manches d'outils, p. 348; — Procédé pour obturer les fissures d'un cylindre de fonte, p. 349; — Prise d'eau pour la condensation, p. 349.

Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (14 septembre 1903), p. 350.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 350; — Ouvrages récemment parus, p. 352.

Planche XXII : Pont sur le Rupnarayan (Indes anglaises).

AGRICULTURE

LE REBOISEMENT DES MONTAGNES

Parmi les œuvres d'utilité publique entreprises dans la dernière moitié du siècle qui vient de finir, le reboisement des montagnes n'est pas la moins intéressante. Étroitement liée à l'industrie, puisque le bois est l'une des matières premières les plus indispensables, elle atteint une plus haute portée, en assurant le débit régulier des cours d'eau, en supprimant le charriage des matériaux, en s'opposant aux catastrophes causées par l'irruption des eaux hors de leur lit naturel.

Si l'on considère le premier point de vue, la question de reboisement, en général, offre un intérêt réel : il est, en effet, démontré que, sur les 9 millions de mètres cubes de bois d'œuvre consommés annuellement en France, nous n'en produisons que 6 millions, et restons, pour le surplus, tributaires envers l'étranger de 98 millions de francs. Or, si l'on songe que tous nos voisins sont dans la même situation, et que tous les pays producteurs épuisent leurs réserves, on arrive, forcément, à envisager la disette des bois d'œuvre dans un temps peu éloigné, et la nécessité, pour nous, de compléter notre consommation d'ici là. En comptant sur une production moyenne annuelle de 1 mètre cube de bois d'œuvre par hectare et par an, d'un revenu minimum de 33 francs, il suffirait de créer 3 millions d'hectares de forêts, soit la moitié des 6 746 000 hectares de terrains incultes que renferme encore la France.

C'est pour favoriser ce mouvement que le Parlement a, depuis 1893, admis les terrains communaux improductifs de toute la France à bénéficier des subventions pour reboisement, jusqu'alors réservées aux seuls terrains de montagne. Ces subventions, qui atteignent environ la moitié de la valeur estimative des travaux, sont données par l'État, soit sous forme de délivrance gratuite de plants et de graines, soit en argent. Bien que leur valeur totale ait atteint, au 1er janvier 1902, la somme de 4 880 000 francs, et les sommes fournies, soit par les particuliers, soit par les communes ou les départements, le total de 5 369 000 francs, l'initiative est encore bien insuffisante : l'ensemble des terrains reboisés ne représente, en effet, que la trente-cinquième partie de ce qui serait nécessaire.

Fig. 1. — Contremarches d'atterrissement dans le torrent de Riou-Bourdoux (Basses-Alpes).

Il est vrai que si l'on considère l'œuvre réalisée, non plus seulement sous son aspect industriel, mais en vue de la régularisation du régime des eaux en montagne, on constate que le septième de la tâche est accompli, l'étendue des terrains, dont le reboisement est nécessaire pour arriver à ce but, étant évaluée à 600 000 hectares environ.

Tous ces travaux de reboisement, dits « facultatifs », ne présentent, généralement, pas de difficultés d'exécution. Tout autres sont les travaux que s'est

Digitized by Google

réservés entièrement l'État, sur tous les terrains constituant un *danger né et actuel*. Nous allons en donner un rapide aperçu, d'après une conférence faite récemment par M. Kuss, Inspecteur des Eaux et Forêts, à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Nous rappellerons, tout d'abord, l'action prépondérante qu'exerce la forêt, en retardant la concentration des eaux dans les thalwegs et, par suite, en diminuant l'importance des crues ; les cimes des arbres, les feuilles, les troncs, arrêtent une partie des eaux de pluie, qui ne parviennent plus au sol que très diminuées, le quart, environ, s'évaporant avant même de toucher la terre. D'autre part, l'humus qui, dans les forêts bien constituées, atteint de fortes épaisseurs, absorbe et retient l'eau à la manière d'une éponge ; il exerce ainsi une action retardatrice sur les crues.

Les travaux que s'est réservés l'État portent sur trois régions : les Alpes, les Cévennes et le Plateau Central, les Pyrénées ; ils s'étendent sur vingt-quatre départements, d'une superficie de 14 millions d'hectares, c'est-à-dire tout près du tiers de la France. Ces trois régions se

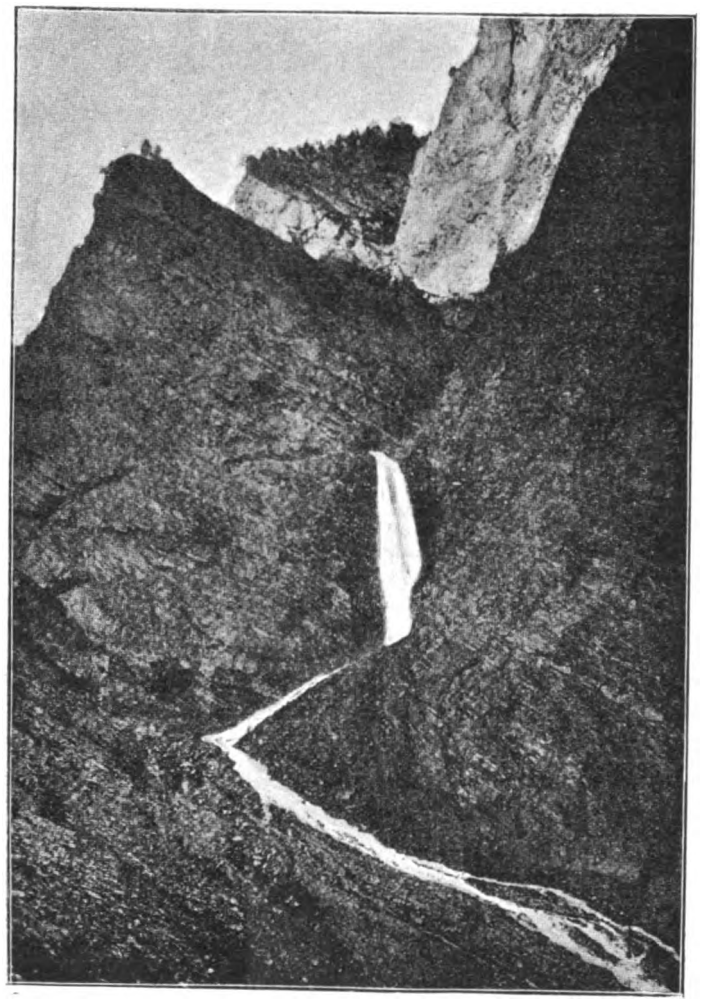


Fig. 2. — Débouché du canal souterrain creusé pour la dérivation du torrent de Saint-Julien (Savoie).

distinguent très nettement entre elles par leurs caractères topographiques, géologiques et minéralogiques.

Le sol jurassique des Alpes, peu résistant et généralement sec, est éminemment propre à la formation des torrents, qui y sont plus redoutables que partout ailleurs, et contre lesquels la lutte qui nous occupe acquiert toute son ampleur.

L'ossature rigide des roches ignées qui constituent les Pyrénées, la végétation qui les recouvre en grande partie, grâce à l'exposition de leurs versants, les rendent moins favorables à la formation des torrents ; ce n'est que sous l'empire de circonstances exceptionnelles et locales que certains torrents, d'origine relativement récente, y ont atteint des crues redoutables, nécessitant des travaux spéciaux appropriés aux différents cas qui s'y rencontrent.

La chaîne des Cévennes, enfin, de relief moins accentué, voit cependant ses versants dénudés et labourés par une série de torrents juxtaposés et de ravins profonds et béants. Aussi est-ce surtout contre le ruissellement des pluies qu'il faut lutter, dans cette région où les condensations sont particulièrement abondantes.

Tous les terrains situés dans le bassin d'une rivière ou d'un affluent important sont généralement groupés sous le nom de *perimetre de restauration* (périmètre de l'Ubaye, de la Haute Durance, etc.) et deviennent, sous cette désignation, l'objet d'un projet de loi unique ; 122 périmètres ont été constitués de cette sorte. Pour les 333 446 hectares qui les composent, 147 966 ont fait l'objet de déclarations d'utilité publique. L'État se rend, chaque année, acquéreur d'une étendue de 6 000 à 8 000 hectares en moyenne, ce qui, en déduisant les 175 408 hectares qu'il possède actuellement, porterait à vingt-six ans le temps nécessaire pour en terminer l'acquisition totale.

En même temps qu'il achète les terrains, l'État continue l'œuvre de

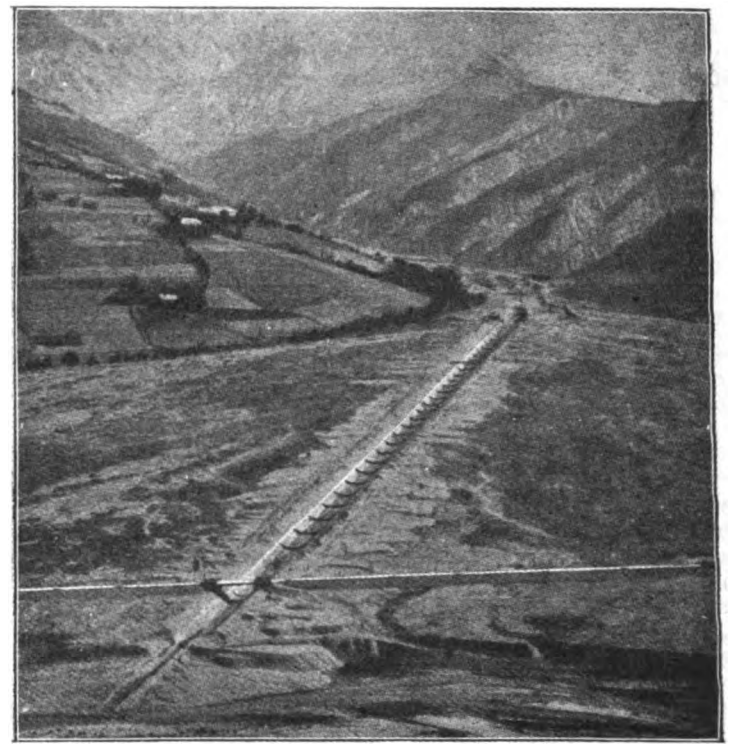


Fig. 3. — Lit artificiel du torrent de Saint-Julien, sur son cône de déjection.

leur restauration, soit en les reboisant, soit en corrigeant les torrents qui les ravagent. Une estimation approximative des dépenses que nécessiteront les travaux restant à accomplir, et les frais d'entretien de ceux déjà existants, permettent d'évaluer à quarante ans le temps qu'exigera l'accomplissement de cette partie de la tâche ; dans son

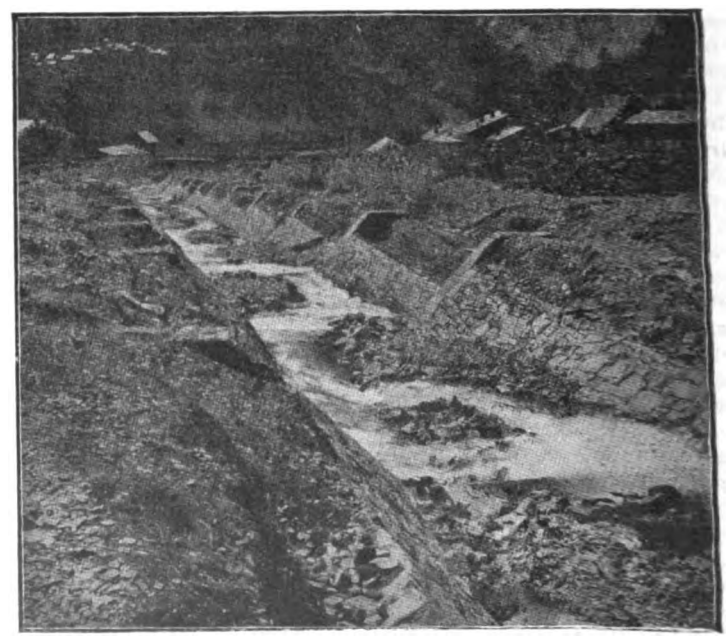


Fig. 4. — Lit artificiel établi sur le cône de déjection du torrent de Riou-Bourdoux (Basses-Alpes).

ensemble, l'œuvre de restauration des montagnes nécessitera une dépense totale d'au moins 160 millions.

La plupart des travaux si remarquables qu'elle a suscités, ont eu pour but la correction des torrents qui, nous le rappellerons, sont des cours d'eau, à pentes excessives, affouillant dans la montagne, déposant dans la vallée les matériaux ainsi arrachés et divaguant ensuite

Digitized by Google

sur ces dépôts. Ces derniers se présentent généralement sous la forme d'un demi-cône, plus ou moins aplati, qui reçoit le nom de *cône de déjection* et dont le sommet se trouve à la gorge du torrent, c'est-à-dire au point où cesse la montagne et où commence la vallée.

Un torrent est *corrigé* lorsqu'il n'affouille plus et ne charrie plus de materiaux.

Dans tous les cas, les matériaux roulés par le torrent proviennent : ou du *décapement superficiel* du sol, ou du *glissement* des couches profondes, qui occupent une partie de son bassin de réception et de ses berges, et viennent obstruer le cours des eaux.

Le décapement superficiel est dû, le plus souvent, à la nature même du sol, à l'absence totale de végétation et à la raideur des pentes, qui permettent aux agents atmosphériques, pluie ou grêle, de désagréger les particules] [terreuses.

Les glissements ont une origine différente et proviennent, presque toujours, de l'infiltration des eaux qui, pénétrant le sol jusqu'à une couche imperméable de roche ou d'argile, et ne pouvant s'écouler assez rapidement, imbibent suffisamment les terres pour leur faire perdre l'équilibre. La masse superficielle glisse alors sur le plan imperméable, produisant des dégâts incalculables dans sa descente.

La consolidation de ces glissements constitue l'une des plus importantes parties de la lutte engagée. L'un des premiers traités fut celui du Sécheron (Savoie), large sillon composé d'un mélange de terres argileuses et de quartiers de roches d'un aspect chaotique qui, du 2 au 4 novembre 1868, se mit en mouvement, ensevelissant tout sur son passage.

La base du Sécheron n'étant corrodée par aucun torrent, l'arrêt en fut demandé uniquement à un système de drains superficiels; ceux-ci, couvrant la surface du sol d'un vaste réseau, captent immédiatement les eaux de la fonte des neiges ou des grandes pluies, et les entraînent rapidement, par les pentes les plus raides, vers un collecteur débouchant à l'aval du glissement. Le sol, ainsi consolidé, fut garni de plantations et, depuis quinze ans que ce travail est accompli, aucune coulée ne s'est produite.

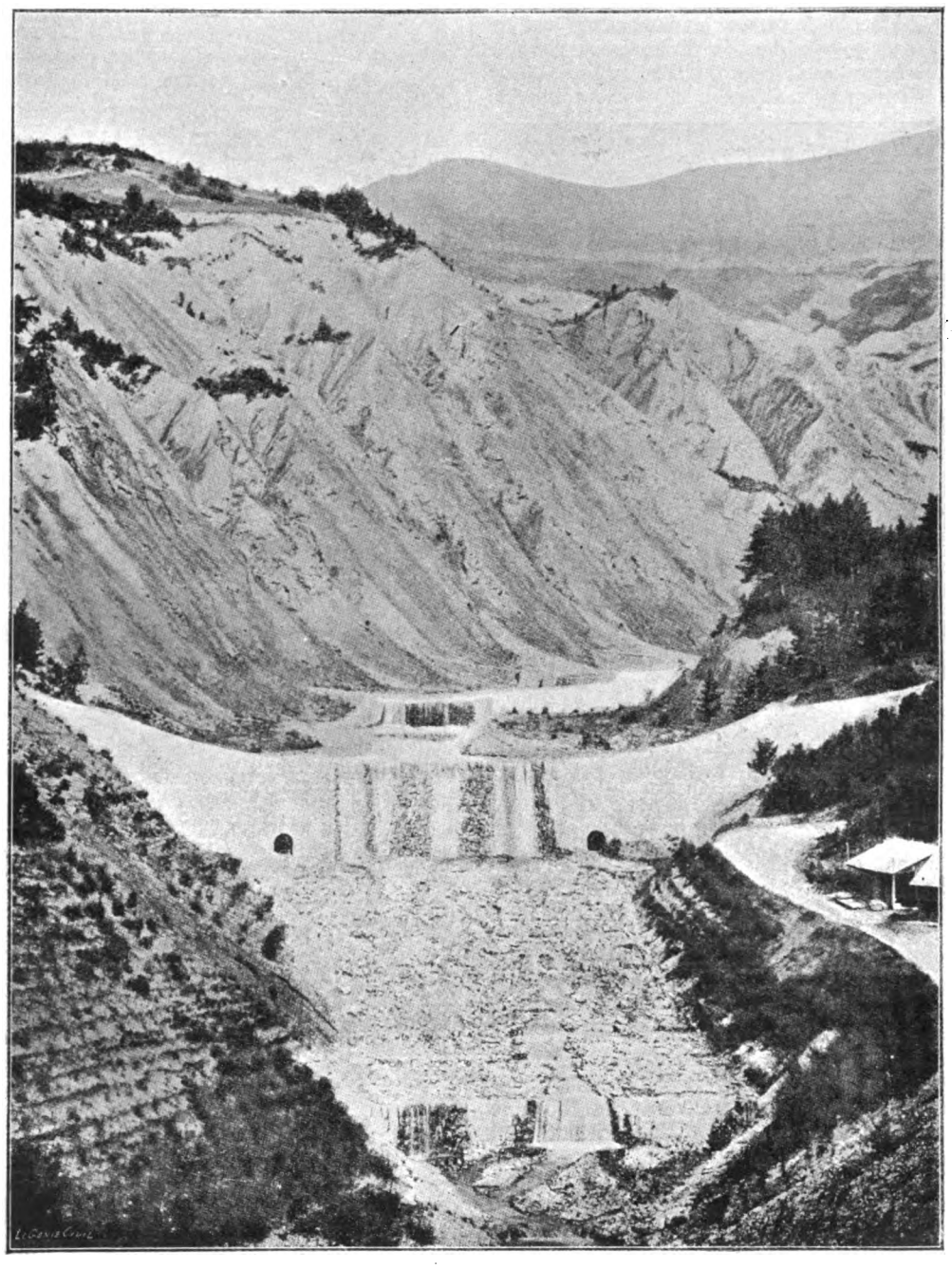


Fig. 5. — Grand barrage du Riou-Bourdoux, à Saint-Pons (Basses-Alpes).

La tâche fut plus compliquée pour le torrent de Saint-Julien, également en Savoie : le versant qui supporte la commune de Mont-Denis étant sapé à la base par les eaux, s'effondrait rapidement et fournissait au torrent les neuf dixièmes de la masse charriée; il menaçait de destruction le village de Mont-Denis et la voie ferrée de Paris en Italie. Le premier but à atteindre était donc de mettre la base du glissement à l'abri des érosions : on y parvint en ménageant, aux eaux et aux matériaux qu'elles charriaient, un passage souterrain à travers une falaise rocheuse qui borde le torrent sur sa rive gauche. Ce passage, de 200 mètres de longueur, a une section de 44 mètres carrés et une largeur de 7 mètres avec une pente de 10 % (fig. 2). Un barrage, dont le couronnement dépasse de 50 centimètres le niveau supérieur de la galerie, oblige la masse des eaux à s'y précipiter. Pour éviter que le torrent, ainsi débarrassé des matériaux qu'il empruntait au glissement, n'affouillât trop profondément son ancien lit, on lui traça un canal d'écoulement inaffouillable constitué, à son départ du passage souterrain, par trois barrages et une série de seuils qui guident les eaux en les écartant des berges. Enfin, plus bas encore, sur le cône de déjection, les berges ont été revêtues, en outre, d'un parement en maçonnerie les mettant à l'abri des crues (fig. 3).

Ces travaux, exécutés dans une région presque inaccessible, où les voies d'accès ont dû être creusées en entier dans une paroi rocheuse à peu près verticale, ont été particulièrement difficiles.

D'autres fois, les torrents présentent, le long de leur cours, non plus un glissement unique, mais une succession de glissements. On construit alors, entre chacun d'eux, des barrages en maçonnerie hydraulique dits *de premier ordre*, puis à leur amont et successivement, on élève des barrages plus faibles, disposés de façon à faire restituer au torrent tous les terrains qu'il avait entraînés.

On parvient ainsi progressivement à consolider les berges et en introduisant la végétation forestière sur les atterrissements obtenus, on les protège contre les érosions latérales. Grâce à l'humidité permanente, la végétation s'y installe et s'y développe avec vigueur.

Il arrive parfois que le torrent coule dans un lit très large, à pente douce : tel est le cas du Riou-Bourdoux (Basses-Alpes), où fut construit d'abord un grand barrage (fig. 5) de 81 mètres de longueur et de 8 mètres de hauteur de chute; ce barrage fut lui-même protégé par toute une série de radiers maçonnés et de contre-barrages. Son épaisseur, au couronnement, est de $3^m 20$ et atteint $4^m 50$ aux fondations.

Bien que l'atterrissement obtenu formât une place de dépôt extrêmement large, il devint nécessaire d'en augmenter encore l'importance pour relever le lit; on eut recours, à cet effet, à un système d'ouvrages secondaires, dits *contremarches d'atterrissement* (fig. 1). Chacune de ces contremarches est formée d'un barrage, réduit aux dimensions nécessaires pour suffire au débit des plus fortes crues; des murs inclinés vers l'amont, de façon à diriger toutes les eaux sur le barrage, le rattachent aux berges.

Le reboisement du bassin supérieur, dont près de 2 000 hectares sont compris dans les périmètres, vint enfin compléter cet ensemble de restauration.

Quand la végétation forestière permit de supposer qu'il ne surviendrait plus de coulée, on procéda à l'ouverture et à la consolidation d'un lit définitif, depuis le grand barrage jusqu'à l'Ubaye, rivière où vient se déverser le Riou-Bourdoux (fig. 4).

Bien que les exemples qui précèdent soient choisis parmi de mul-

Digitized by Google

tiples travaux analogues, les grands torrents et les glissements qu'ils occasionnent sont relativement rares.

Autrement nombreux sont les cas de décapement superficiel, dont le champ d'action s'étend sur les immenses surfaces dénudées des bassins de réception : là, les eaux pluviales s'écoulent sans obstacle et se réunissent dans la moindre dépression, pour donner naissance à des ruisselets qui, grossis sans cesse d'apports nouveaux, se transforment bientôt en torrents dévastateurs.

La ligne de conduite adoptée dans ces conditions a été de traiter isolément chacun de ces petits ravins, dès son origine, de manière à le rendre inoffensif et à défendre la surface du sol contre les érosions, par une armature végétale qui le recouvre de son manteau protecteur.

La correction des affluents secondaires s'obtient fréquemment au moyen de barrages rustiques, construits en maçonnerie de pierres sèches. Quand la solidité des berges le permet, on donne en plan à ces barrages la forme d'un arc de cercle, dont la flèche est environ le dixième de la corde. Si les berges sont rocheuses, ils sont construits

Fig. 6. — Clayonnages dans le torrent l'Echarina (Isère).

sur une voûte dont le sommet, affleurant le fond du lit, les met complètement à l'abri des affouillements. La hauteur de ces ouvrages varie de 1 à 3 mètres, et leur épaisseur, au milieu du couronnement, de 1 mètre à 1m50.

Quand les ravins sont de moindre importance, leur correction est poursuivie à l'aide de seuils en pierres sèches et de barrages en bois disposés en gradins.

Sur les atterrissements qui se produisent en amont de ces seuils et barrages, on introduit la végétation forestière le plus tôt possible, de manière à embroussailler le fond des ravins. L'enchevêtrement de ces broussailles arrête, à son tour, les terres provenant des berges, provoque des atterrissements latéraux sur lesquels de nouvelles plantations sont établies, et permet ainsi à la végétation de remonter, de proche en proche, sur les versants les plus arides. Quelquefois même, ces barrages en bois sont construits avec des matériaux vivants qui produisent un clayonnage d'une durée presque indéfinie (fig. 6).

Dans les ravinements de marnes grises des Alpes-Maritimes, on se contente souvent de seuils en mottes de gazon, renforcés de plançons et de boutures.

Dans les ravins secs, enfin, on procède par de simples garnissages.

La constitution des massifs boisés se fait avec des essences appropriées aux conditions locales, soit qu'elles permettent la constitution immédiate de la forêt définitive, soit qu'elles exigent des plantations transitoires destinées à disparaître aussitôt que leur présence aura permis au sol végétal de se former.

Parmi les essences résineuses les plus utilisées, M. Kuss signale : le pin sylvestre, le pin à crochets, le pin Cembro, le pin maritime, le mélèze, le sapin, etc. Au nombre des essences feuillues employées, nous citerons : le chêne, le châtaignier, le hêtre, l'aulne, le saule, le peuplier, le bouleau, etc.

En dehors des travaux de correction et de reboisement proprement dits, l'Administration des Eaux et Forêts fournit une œuvre de sécurité non moins intéressante. On peut citer, dans cet ordre d'idées, les travaux exécutés à la Combe de Péguère, près de Cauterets, pour consolider et enserrer, dans une armature végétale, les blocs instables qui la composent et qui constituaient un danger permanent pour les routes et les habitations qu'ils surplombent.

Cette Administration exécute également, dans les Hautes-Pyrénées, des travaux très importants de préservation contre les avalanches. C'est encore au reboisement qu'on a recours en ce cas ; il y est, d'ailleurs, rendu possible, sur les versants et couloirs exposés particulièrement au glissement des neiges, par des banquettes que l'on dispose en bandes horizontales alternées et brisées de 4 à 5 mètres de longueur (fig. 7).

Le ravin du Theil, dont la correction peut être considérée comme

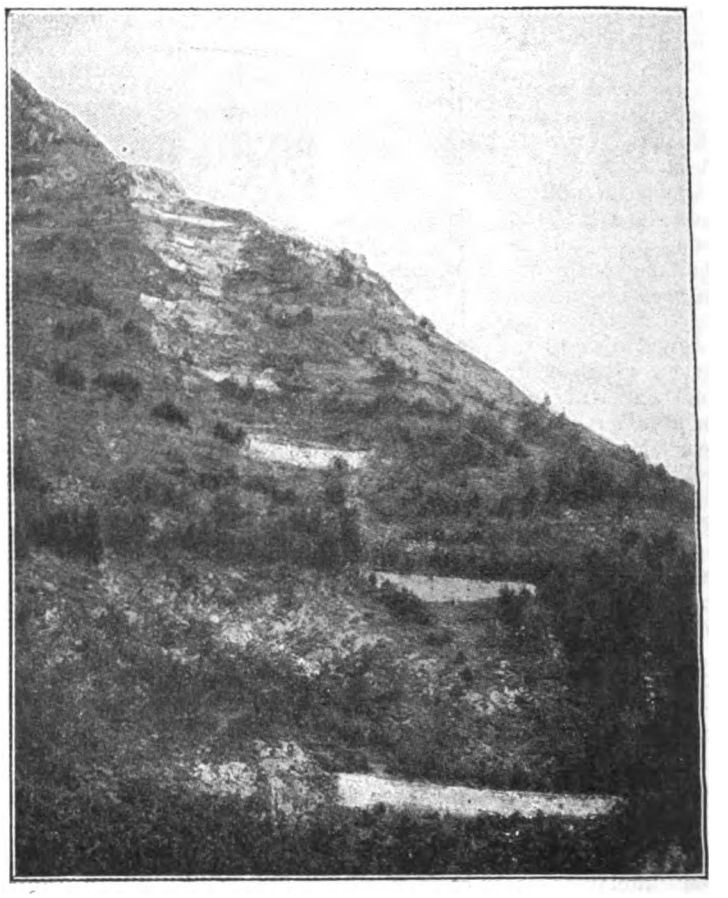


Fig. 7. — Reboisement entre les banquettes contre les avalanches, à Sers (Hautes-Pyrénées).

terminée, n'a pas vu d'avalanche depuis 1882, alors que des ravins voisins, encore incomplètement traités, continuent à être ravagés annuellement.

Par cette revue rapide des principaux travaux de restauration et de consolidation des terrains en montagne, on peut se rendre compte de l'importance de l'œuvre entreprise et des résultats déjà obtenus depuis moins de cinquante ans. Bien qu'une partie de la tâche reste encore à accomplir, la plus pénible, celle de l'organisation, est terminée.

A. T.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

LE CHALUMEAU OXY-ACÉTYLÉNIQUE

Les applications de l'acétylène à la soudure autogène des métaux, particulièrement du fer et de l'acier, se développent d'une façon rapide, aussi est-ce là une question actuellement à l'ordre du jour.

N'ayant cessé, depuis l'origine, d'étudier et de perfectionner cette nouvelle et intéressante méthode, nous nous proposons de compléter ce qui a déjà été dit ici sur le même sujet (1) et de faire connaître les derniers perfectionnements entrés dans le domaine de la pratique courante.

Considérations théoriques. — Tout d'abord il peut sembler étonnant que, depuis l'apparition de l'acétylène, on ait attendu jusqu'à maintenant pour reconnaître les avantages résultant de la combustion de ce gaz avec l'oxygène pur. Une semblable omission serait peu flatteuse, aussi bien pour les savants nombreux qui ont, dès le début, étudié toutes les propriétés de l'acétylène, de même que pour les praticiens qui en ont propagé les applications.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLIII, n° 4, p. 54, et n° 12, p. 180.

Digitized by Google

En réalité, il n'en est rien et seules les difficultés de réalisation ont retardé l'éclosion de la méthode.

Dès 1895, M. le Professeur H. Le Chatelier terminait ainsi une note présentée à l'Académie des Sciences (30 décembre) :

L'acétylène en brûlant donne donc, en raison de sa constitution endothermique, une température beaucoup plus élevée que les autres gaz combustibles dont la température de combustion est voisine de 2 000 degrés.

Brûlé avec son volume d'oxygène, il donnerait une température de 4 000 degrés, supérieure de 1 000 degrés, par conséquent, à la flamme du mélange oxhydrique, avec des produits de combustion entièrement formés d'oxyde de carbone et d'hydrogène, c'est-à-dire de gaz réducteurs. Cette double propriété rendra très précieux, pour les laboratoires, l'emploi de l'acétylène, soit dans le chalumeau à gaz tonnant pour la production des températures élevées, soit dans les brûleurs à air ordinaire pour l'analyse spectrale.

Malheureusement les essais de combustion de l'acétylène avec l'oxygène, en employant les chalumeaux usuels, n'aboutirent qu'à un insuccès complet : avec les appareils à mélange extérieur, il se formait immédiatement, à l'extrémité de l'appareil, un dépôt abondant de charbon graphiteux ; en quelques secondes la flamme était supprimée et remplacée par un champignon incandescent. Quant aux appareils à mélange intérieur, la grande explosibilité du mélange d'oxygène et d'acétylène rendait impossible leur emploi, sans risque d'accidents graves, à cause du volume explosible relativement grand qui existe généralement dans ces appareils.

On ne croyait pas, d'ailleurs, qu'il serait possible d'éviter le retour de flamme immédiat à l'intérieur d'un chalumeau dans lequel les gaz auraient été préalablement mélangés.

Il avait été, en effet, établi scientifiquement (1) que la propagation de la flamme, dans un mélange d'oxygène et d'acétylène, atteignait, dès l'origine, une vitesse de plusieurs centaines de mètres, et allait en croissant jusqu'au delà de 1 000 mètres. Or, pour maintenir une flamme à l'extrémité d'un ajutage, il faut que la vitesse du gaz qui s'échappe soit supérieure à la vitesse de propagation de la flamme en arrière. On concluait donc de là, croyant avoir à compter sur des vitesses de 1 000 mètres, que la solution ne pourrait être obtenue qu'à l'aide de pressions très élevées capables d'imprimer aux gaz cette vitesse de sortie considérable, et dans ces conditions le procédé aurait pu difficilement donner lieu à des applications pratiques.

Il y avait là, d'ailleurs, comme les résultats ultérieurs l'ont démontré, une erreur d'interprétation. Le fonctionnement d'un chalumeau ne reproduit aucunement les conditions des expériences faites pour étudier la vitesse de propagation de l'onde explosive dans les tubes ; en outre, les orifices de sortie sont extrêmement petits ; de sorte qu'en fait il suffit que le mélange gazeux possède à sa sortie une vitesse de 100 à 150 mètres par seconde, pour que la flamme ait une parfaite stabilité.

Chalumeau mixte à acétylène et éther. — Des recherches sur cette question ayant été instituées dans le laboratoire de la Compagnie française de l'Acétylène dissous, le premier résultat auquel on est parvenu ne constituait qu'une solution imparfaite du problème cherché. L'acétylène était préalablement, avant son entrée dans le chalumeau, saturé de vapeurs combustibles (essence de pétrole, éther, etc.). Dans ces conditions, le gaz, devenu beaucoup plus maniable, pouvait facilement brûler avec l'oxygène, à la sortie d'un chalumeau quelconque à mélange extérieur, sans donner lieu à aucun dépôt de graphite. Cette méthode fournissait une flamme à la vérité peu homogène, mais cependant extrêmement chaude, fondant le fer avec facilité, et portant à l'incandescence un bloc de chaux avec une intensité deux fois plus forte que celle qui est fournie par le chalumeau oxy-éthérique. Il y avait là un résultat nouveau et intéressant, car on sait que, en dehors de l'arc électrique, la lumière oxy-éthérique est la plus puissante dont on dispose pour l'éclairage des projections.

Aussi cet instrument, dans les présentations qui en ont été faites (2), a-t-il obtenu un assez vif succès, sinon entièrement par lui-même, tout au moins en raison des progrès qu'il faisait pressentir. Il n'a, d'ailleurs, pas donné lieu à des applications pratiques, précisément à cause des progrès prévus et bientôt réalisés.

Chalumeau oxy-acétylénique sous pression. — Les études dont nous venons de parler ayant conduit à construire des chalumeaux très réduits en vue de leur application à la projection, on se décida à expérimenter, dans ces appareils, le mélange d'acétylène pur et d'oxygène, en pensant avec raison que des explosions éventuelles de ce mélange détonant ne présenteraient aucun inconvénient dans des tubes fins et résistants. C'est ainsi que l'on a pu réaliser le premier chalumeau oxy-acétylénique à mélange intérieur, sans addition de vapeurs ou gaz étrangers, et constater que la flamme restait parfaitement stable à la sortie de l'orifice, d'un diamètre de 1 millimètre environ, pourvu que la vitesse des gaz fût de 100 à 150 mètres, vitesse facile à réaliser avec des pressions de 2 mètres d'eau tout au plus.

L'appareil, toutefois, n'était pas encore pratique. En effet, dès qu'une cause extérieure venait à troubler l'écoulement (par exemple une étincelle tombant sur l'orifice), la flamme rentrait à l'intérieur du chalumeau, s'y fixait et produisait un dépôt de graphite obstruant rapidement les conduits.

A l'aide de divers artifices dans la distribution intérieure des deux gaz acétylène et oxygène, on vint bientôt à bout de cet inconvénient. En outre, par mesure de prudence, on eut soin d'interposer, sur le trajet des gaz, des écrans en matière poreuse, ayant pour but d'empêcher tout retour de flamme en arrière de l'instrument, jusque dans les tuyaux de caoutchouc.

On croit généralement que les toiles métalliques suffisent pour obtenir un tel résultat : cela est vrai quand il s'agit d'un mélange d'air avec du gaz d'éclairage ou des vapeurs d'essence ; mais avec l'oxygène et l'acétylène il n'en est plus de même. Dans ce cas, des expériences précises ont montré que des toiles métalliques fines, empilées au nombre de cinquante et même de cent, sont traversées par l'explosion qui les fond sur son passage ; de telle sorte qu'un semblable dispositif irait tout à fait à l'encontre de son but, en n'empêchant nullement les retours de flamme et en créant un volume explosible assez considérable et, par suite, dangereux, placé dans les mains de l'ouvrier.

Il a fallu, pour cet usage, confectionner des écrans en une matière très solide, d'une porosité fine et régulière, opposant par conséquent une assez forte résistance au passage des gaz, mais possédant, en revanche, une efficacité absolue.

L'appareil définitivement établi nécessitait une pression de 3 à 4 mètres d'eau tant pour l'acétylène que pour l'oxygène, ce qui, d'ailleurs, ne causait aucun embarras, les deux gaz étant approvisionnés dans des récipients d'acier sous des pressions beaucoup plus considérables, l'un sous la forme d'acétylène dissous, l'autre simplement comprimé.

Aussitôt créé, le chalumeau est entré avec un plein succès dans la pratique courante, et diverses communications le firent immédiatement connaître (1).

Il n'a, depuis cette époque, cessé de se répandre, et a puissamment contribué à propager les avantages que l'industrie peut retirer, dans une foule de circonstances, de l'emploi de l'acétylène.

Chalumeau oxy-acétylénique sans pression. — Le succès qu'obtint, dès le début, l'appareil dont nous venons de parler, fit voir immédiatement quel important développement était appelée à prendre la nouvelle méthode de soudure autogène ; malheureusement l'obligation de se servir d'acétylène dissous en paralysa, dans certains cas, le développement. En effet, si l'acétylène accumulé dans des récipients d'acier sous forme portative est tout indiqué, et même indispensable dans un grand nombre de circonstances (particulièrement toutes les fois que ce sont les appareils de soudure qui doivent se déplacer, et non les pièces à travailler), en revanche il est bien évident que, pour des applications au moins aussi nombreuses, il est inutile de recourir au gaz portatif, et qu'une canalisation fixe sera bien préférable s'il en résulte à la fois plus de simplicité et d'économie.

Convaincu que la réalisation de ces conditions était intimement liée au développement des applications de la soudure oxy-acétylénique, nous avons cherché à nous affranchir radicalement de cette nécessité d'une pression préalable de plusieurs mètres d'eau pour l'acétylène. Si faible, en effet, que soit cette pression, son obtention n'est pas cependant sans présenter divers inconvénients.

La compression par un appareil mécanique est une complication qui n'est pas négligeable, surtout si l'on ne dispose pas d'une force motrice à proximité.

La production directe de l'acétylène sous pression, consistant à faire tomber de l'eau avec une charge suffisante sur le carbure de calcium, conduit le plus généralement à des polymérisations importantes de l'acétylène, accompagnées d'un dégagement de chaleur considérable.

On sait en effet, d'après les travaux de MM. Berthelot et Vieille (Comptes rendus, 10 mars 1897), que l'acétylène comprimé commence à devenir explosible à partir d'une pression de 3 mètres ou 3m 50 sous l'influence d'une amorce de fulminate de mercure, et à partir d'une pression de 8 mètres environ sous l'influence d'un point en ignition, et que pour cette raison la fabrication de l'acétylène, sous une pression de plus de 5 mètres d'eau, est classée dans la première catégorie des établissements dangereux.

Plus on s'approche de ces pressions critiques, et plus l'acétylène se polymérise facilement en produits goudronneux sous l'influence de la chaleur dégagée par l'attaque du carbure, chaleur à laquelle s'ajoute celle de la polymérisation, conséquence de la nature endothermique de l'acétylène. De telle sorte que le phénomène, une fois commencé, ne fait qu'aller en s'accentuant. Il en résulte un important déchet dans le rendement du carbure en acétylène, et quelquefois la détérioration de l'appareil générateur par excès d'échauffement.

D'autre part, les gazomètres pour des pressions de plusieurs mètres

(1) H. Le Chatelier. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 25 juin 1900.

(2) Conférence à la Société des anciens élèves des Écoles d'arts et métiers, par M. Ed. Fouché, 23 novembre 1901. — Société française de Physique, 6 décembre 1901.

(1) Syndicat professionnel de l'Acétylène, 5 mars 1901. — *Revue générale de l'Acetylène :* Le chalumeau oxy-acétylénique, par MM. Ed. Fouché et Ch. Picard, mars 1902. — Société française de Physique, 16 mai 1902.

Digitized by Google

d'eau sont d'une construction compliquée et coûteuse, et, faute de leur donner le volume suffisant pour les consommations que nécessitent les applications industrielles et qui vont facilement jusqu'à 1500 litres à l'heure et même davantage, on s'expose, à cause des arrêts brusques et continuels inhérents à l'emploi des chalumeaux, à perdre en surproduction une quantité de gaz presque égale à celle qui est réellement utilisée. La dépense en carbure résultant de ce chef peut, pour la consommation indiquée ci-dessus, atteindre le chiffre de 2000 ou 3000 francs au bout d'une année.

Enfin, dans tous les cas, qu'il s'agisse de comprimer mécaniquement l'acétylène ou de l'engendrer directement sous pression, les fuites, qui peuvent résulter d'un défaut dans le montage des canalisations, prennent une importance d'autant plus considérable que la pression est plus élevée, et, vu le prix du mètre cube d'acétylène, peuvent être aussi une cause sérieuse de dépense inutile.

Ces diverses considérations montrent que, en dehors de l'acétylène dissous ou acétylène portatif, il y a un intérêt capital à ne faire usage que de gaz produit et canalisé sous la pression la plus faible possible.

C'est pour atteindre ce résultat que nous avons créé un chalumeau dans lequel toute l'énergie nécessaire pour donner au mélange gazeux la vitesse indispensable de 100 ou 150 mètres par seconde, est empruntée uniquement à la pression de l'oxygène, que l'on emploie généralement sous forme de gaz portatif comprimé à haute pression dans des bouteilles d'acier. L'oxygène pénètre dans l'appareil sous une pression de 1 kilogr. à $1^{kg}5$ et, à l'aide d'une sorte d'injecteur Giffard

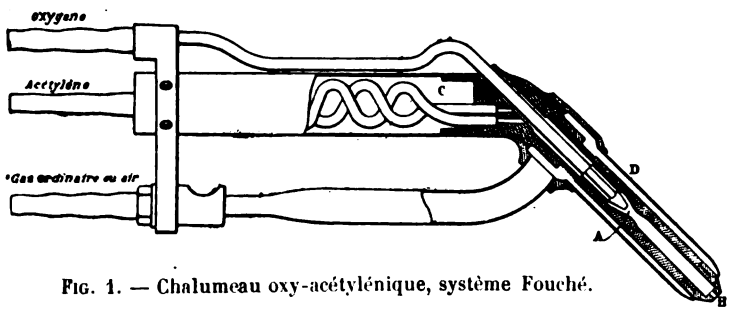


FIG. 1. — Chalumeau oxy-acétylénique, système Fouché.

A (fig. 1) extrêmement réduit, logé dans le corps de l'appareil, il aspire l'acétylène et l'entraîne en se mélangeant avec lui pour sortir avec la vitesse voulue par l'orifice extrême B du chalumeau.

Cet injecteur est tellement réduit et la vitesse du gaz tellement grande que les pertes de charge par frottement sont considérables, et si le résultat a pu être obtenu sans qu'il fût nécessaire de faire appel à des pressions plus élevées, qui seraient alors devenues une gêne dans la pratique, cela tient à cette circonstance avantageuse que, dans le mélange combustible, l'oxygène entre en bien plus grande proportion que l'acétylène, et que la densité du premier gaz est plus forte que celle du second.

La sécurité de l'appareil est obtenue d'une façon simple par un dispositif tubulaire C logé dans le manche de l'instrument, et que l'acétylène traverse avant de se rendre à l'injecteur. C'est un faisceau de tubes fins et d'un très long développement, qui, tout en empêchant les retours de flamme en arrière, n'oppose qu'une faible résistance à la circulation du gaz, et évite complètement l'inconvénient de présenter de grands volumes éventuellement explosibles.

Grâce à l'injection, le mélange des deux gaz, acétylène et oxygène, est d'une homogénéité parfaite, et c'est là une condition essentielle pour l'obtention d'un bon résultat, car une flamme de composition irrégulière oxyde le fer sur certaines parties, le carbure en d'autres points, et ne donne en fin de compte qu'une soudure imparfaite.

Ce système d'injecteur présente encore l'avantage de ne pas donner lieu à des combustions intérieures imparfaites, produisant un abondant dépôt de noir de fumée et même de graphite susceptible d'encrasser rapidement les conduits intérieurs du chalumeau.

L'appareil est enfin complété par un dispositif amovible et facultatif, dont l'intérêt se manifeste surtout dans le travail des tôles épaisses : un tube D, alimenté par de l'air et du gaz d'éclairage ou un gaz quelconque, entoure l'extrémité du chalumeau et fournit une flamme relativement volumineuse, qui enveloppe le dard oxy-acétylénique en le protégeant contre l'afflux de l'air extérieur. Il en résulte un accroissement de la zone neutre de la flamme et, par suite, une plus grande facilité pour fondre le fer régulièrement et sans oxydation. Ce courant gazeux, en outre, sert à rafraîchir l'instrument, qui tend constamment à s'échauffer par suite de son rapprochement du métal en fusion. On peut d'ailleurs, pour atteindre ce dernier résultat, se contenter d'injecter simplement dans la gaine supplémentaire, de l'air pris sur la conduite d'un ventilateur.

Appareils accessoires. — Les appareils accessoires se réduisent à deux : un détendeur régulateur, pour la distribution de l'oxygène, et une soupape hydraulique de sécurité, qui s'interpose sur la canalisation de l'acétylène, entre le gazomètre et le chalumeau. Ce dernier appareil a pour effet de laisser circuler l'acétylène dans le sens normal, et d'ouvrir, au contraire, une sortie vers l'air extérieur, au gaz qui tendrait à refouler en sens inverse. De cette façon, il est impossible qu'en aucun cas, l'oxygène puisse faire retour dans les canalisations d'acétylène et dans le gazomètre.

Appareil générateur. — Le nouveau chalumeau dont nous venons de donner la description, n'ayant besoin d'aucune pression pour l'acétylène, peut être alimenté à l'aide d'un générateur quelconque, et cette propriété, entre autres, le rend tout particulièrement intéressant.

Il est cependant nécessaire de prendre certaines précautions dans la façon de produire le gaz, si l'on veut opérer de la façon la plus économique, et cela résulte de l'importance de la consommation, importance dont on ne se rend pas compte à première vue, en regardant la petite flamme du chalumeau oxy-acétylénique.

La soudure de tôles de 12 à 14 millimètres, par exemple, exige par heure au moins 1 mètre cube d'acétylène, correspondant à $3^{kg}65$ environ de carbure de calcium, ce qui fait pour des journées de 10 heures, et 300 jours dans l'année, une consommation annuelle de 10 à 11 tonnes de carbure, avec une dépense de 4000 francs environ. Ce chiffre fait comprendre que les déchets de gaz, provenant d'une fabrication mal comprise, peuvent être facilement la cause d'une perte sérieuse, et que tout industriel soucieux de ses intérêts doit, s'il veut adopter dans ses ateliers la soudure oxy-acétylénique, étudier la production de son gaz avec au moins autant de soin que s'il s'agissait de l'éclairage général de toute son usine.

Le système de production le plus avantageux consiste, comme tout le monde le sait maintenant, à projeter le carbure dans l'eau. C'est la méthode qui permet d'obtenir le gaz le plus pur, sans aucune polymérisation. Cette méthode peut être employée, soit avec un appareil intermittent, avec chargement du carbure à la main, soit avec un appareil automatique. Ce dernier système est celui qui permet de réduire au minimum le volume du gazomètre nécessaire; il n'entraîne, en outre, qu'à une très faible dépense de main-d'œuvre, puisqu'il n'exige pas la présence continue d'un manœuvre, mais une simple préparation d'une heure par jour tout au plus.

Il faut que le générateur ne soit pas sujet à des rentrées d'air nuisibles à la régularité de la marche du chalumeau; mais ce qui importe surtout, c'est que l'appareil ait un volume suffisant pour ne donner lieu à aucune perte de gaz dans l'atmosphère, chaque fois que l'écoulement est brusquement arrêté. Cette perte par surproduction est relativement peu importante quand il s'agit d'une installation d'éclairage, parce que, en général, l'extinction n'est pas instantanée, et qu'en tous cas elle ne se produit guère qu'une fois par jour; tandis que dans les applications à la soudure, les arrêts brusques sont continuels, et l'arrêt d'un chalumeau de 1000 litres correspond à l'extinction en bloc de 50 becs de 3 carcels.

Tout ceci ne se rapporte, bien entendu, qu'aux travaux d'atelier, pour lesquels on recherche le minimum de prix de revient. Mais, quand il s'agit de réparations à faire sur place, les avantages énormes que procure l'emploi du chalumeau oxy-acétylénique font que le prix de revient du gaz n'a plus qu'une importance secondaire.

Aussi pour ces applications, emploiera-t-on de l'acétylène dissous, si l'on est à même de s'en procurer, ou bien un générateur dans lequel on recherchera bien plus la facilité de transport que la perfection du fonctionnement et du rendement.

Flamme du chalumeau oxy-acétylénique. — La flamme diffère totalement de celle que fournissent les autres gaz employés jusqu'ici. Le dard central, même pour les débits considérables de 1000 et 1500 litres à l'heure, n'a que 3 à 4 millimètres de diamètre et 10 à 15 millimètres de longueur. C'est son extrémité qui est le siège de la température la plus élevée de la flamme. A l'intérieur de ce dard, le mélange gazeux n'est pas encore entré en combustion; sur la surface, s'opèrent la dissociation de l'acétylène, la libération du carbone et la transformation immédiate de ce dernier en oxyde de carbone. Aussi la surface de ce dard est-elle lumineuse, par suite de l'incandescence du carbone libre dans son état transitoire entre les deux combinaisons gazeuses.

Si la quantité d'acétylène est légèrement augmentée, le dard s'entoure d'un panache blanchâtre formé par les parcelles de carbone en excès, qui mettent plus de temps à se comburer. Si, au contraire, la proportion d'acétylène est diminuée, le dard se raccourcit et perd de l'éclat, par suite de la plus grande combustibilité du mélange.

C'est lorsque le dard possède sa plus grande longueur, sans être cependant environné d'un panache blanchâtre, que la composition de la flamme est la meilleure pour la fusion du fer, et que la température est le plus élevée.

Autour du dard central, se développe une flamme beaucoup plus considérable, mais d'une température bien moins haute, qui est le siège de la combustion finale, c'est-à-dire de la combustion de l'oxyde de carbone en acide carbonique et de l'hydrogène en vapeur d'eau.

Quand la flamme est réglée comme il vient d'être dit, les proportions du mélange gazeux sont, en volumes, de 1 d'acétylène pour 1,7 d'oxygène. Il est à remarquer que ces proportions, auxquelles on est conduit par la pratique, ne correspondent pas à une donnée théorique

Digitized by Google

simple. En effet, si l'on voulait n'avoir qu'une combustion en oxyde de carbone, il faudrait pour 1 volume d'acétylène, 1 volume également d'oxygène. Pour une combustion complète en acide carbonique et vapeur d'eau, les proportions seraient : 1 d'acétylène et 2,5 d'oxygène. La quantité pratiquement nécessaire de ce dernier gaz est donc la moyenne entre les deux limites ci-dessus indiquées. Cela provient, vraisemblablement, de ce que, d'une part, la combustion en oxyde de carbone est accompagnée d'une certaine production d'acide carbonique et, peut-être aussi, de vapeur d'eau, et que, d'autre part, l'air extérieur qui entoure la flamme entre en jeu pour achever la combustion.

Dans ces conditions, la température ne doit pas s'élever au degré que des considérations théoriques ont assigné pour la combustion du mélange d'acétylène et d'oxygène à volumes égaux. Quoiqu'il en soit, cette température doit atteindre au moins 3000 degrés, et se rapprocher de celle qu'on obtient dans un four électrique : la possibilité de produire du carbure de calcium avec le chalumeau oxy-acétylénique en est la preuve.

Appliquée à la production de la lumière, par incandescence d'un crayon de chaux, la flamme oxy-acétylénique fournit une intensité lumineuse trois fois plus considérable que le mélange oxy-éthérique qui, comme on sait, est supérieur au mélange oxhydrique. En outre, en moins de deux minutes, la chaux est plus profondément creusée et détériorée qu'après une demi-heure de fonctionnement sur la lampe oxy-éthérique. C'est encore là un indice de la haute température fournie par l'acétylène en même temps qu'une source importante d'applications nouvelles.

Procédés opératoires; prix de revient. — Les tôles à réunir sont simplement juxtaposées bout à bout, en contact si elles sont très minces, de préférence un peu écartées si elles sont épaisses. Le dard du chalumeau est lancé dans l'intervalle qui sépare les deux bords; la fusion et la réunion des deux pièces s'opèrent presque instantanément sans addition d'aucun corps étranger, tel que le borax ou le sable. Une barrette de fer, que l'on présente sous la flamme du chalumeau, sert à rajouter du métal, de façon à régulariser l'épaisseur à l'endroit de la soudure.

Il est préférable, lorsque les tôles ont un peu d'épaisseur, de les chanfreiner au préalable à la meule.

On assure d'abord sur un ou plusieurs centimètres de longueur la soudure du fond du V ainsi formé, puis, les deux bords étant bien en fusion, on remplit ce V avec du métal rapporté.

Un coup de meule fait ensuite disparaître les aspérités laissées par le travail du chalumeau.

Le débit du chalumeau doit être en rapport avec l'épaisseur des tôles. Un chiffre convenable pour l'obtention d'un travail bien et rapidement fait, est celui de 75 litres d'acétylène à l'heure pour chaque millimètre d'épaisseur. De sorte que, pour souder des tôles de 10 millimètres, il faut un débit de 750 litres. La dépense d'oxygène est 1,7 fois plus grande. Quant à la vitesse opératoire, elle varie beaucoup suivant les épaisseurs : de 6 mètres et même plus à l'heure pour les tôles de 1 millimètre, elle descend à 1^m50 environ pour les tôles de 10 millimètres.

On peut, d'ailleurs, accroître cette vitesse dans de notables proportions, ou, ce qui revient au même au point de vue de l'économie, obtenir la soudure avec un moindre débit d'acétylène et d'oxygène, en réchauffant les pièces au préalable jusqu'au rouge à l'aide d'un foyer quelconque.

Nous avons obtenu, dans cet ordre d'idées, des résultats extrêmement satisfaisants, à l'aide d'un très petit fourneau portatif, alimenté par du gaz Riché et de l'air soufflé. Des tôles de 8 millimètres étaient portées au rouge cerise très clair, presque jusqu'au blanc, avec une vitesse de 3 à 4 mètres à l'heure, la consommation étant de 7 mètres cubes de gaz pendant le même temps, ce qui représente une dépense supplémentaire insignifiante de 0 fr. 40 par heure.

On conçoit facilement combien le travail du chalumeau doit être activé par un chauffage préalable d'une telle intensité, et quelle importante économie cette méthode permet de réaliser.

On peut, avec les indications qui précèdent, se rendre compte du prix de revient de la soudure oxy-acétylénique. Prenons, par exemple, le cas le plus simple d'une soudure en ligne droite de tôles de 10 millimètres.

La dépense horaire s'établit comme suit :

Acétylène, 750 litres à 1 fr. 70 le mètre cube	Fr.	1,30
Oxygène, 1275 litres à 5 francs le mètre cube		6,37
Main-d'œuvre		0,60
Total pour une heure	Fr.	8,27

Le travail produit étant de 1^m50, si l'on opère sans réchauffage préalable, c'est-à-dire dans les conditions les plus coûteuses, le prix du mètre est de 5 fr. 71.

Pour comparer ce prix à celui de la rivure, il faut, bien entendu, n'envisager, dans cette dernière opération, que les dépenses qui sont supprimées lorsque le travail est fait au chalumeau.

Ces dépenses sont celles qui correspondent au poinçonnage, alésage des trous de rivets, enlèvement des bavures, rivetage, matage de la tôle, matage des rivets : il faut y ajouter encore la valeur des rivets et la valeur de la tôle qui sert au recouvrement.

L'ensemble de ces dépenses, pour les tôles de 10 millimètres, est environ de 6 fr. 60 par mètre de longueur, tout au moins dans la région de Paris, dans laquelle nous nous sommes procuré ce renseignement.

Par conséquent, la soudure oxy-acétylénique, dans ces conditions simples qui sont les moins propres à en faire ressortir les avantages, n'est cependant pas plus coûteuse que la rivure.

Avec le réchauffage préalable, qui permet de réduire facilement la dépense d'un tiers, l'économie devient manifeste : dans l'exemple cité plus haut, le prix du mètre serait inférieur à 4 francs, soit 2 fr. 60 de moins que le prix correspondant pour la rivure.

Mais l'économie la plus importante provient de la simplification des travaux de forge préparatoires dans les formes plus complexes

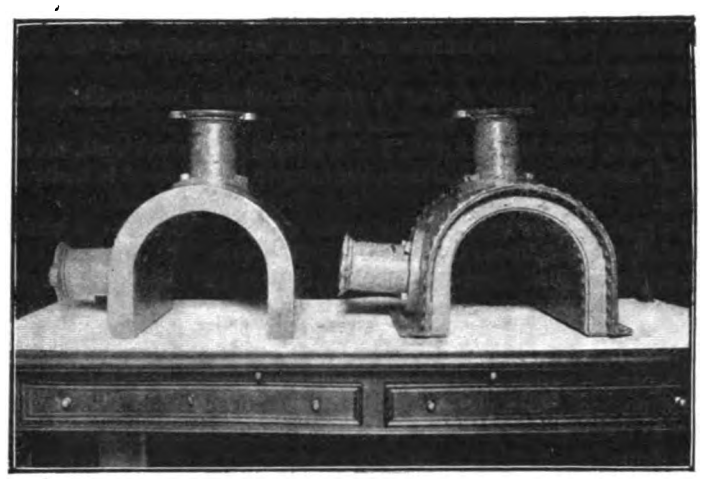


Fig. 2. — Chaudière soudée (à gauche) et chaudière rivée (à droite).

que la simple ligne droite. Cette simplification est mise en évidence par la figure 2, qui représente deux petites chaudières de serres, de même grandeur et de même forme, construites par la maison Paul Lebœuf, l'une rivée suivant l'ancien mode de fabrication, l'autre soudée par le chalumeau oxy-acétylénique. Les deux pièces sont en tôle de 4 millimètres ; la chaudière rivée pèse 47 kilogr. et l'autre 39 kilogr. seulement.

Nous ne parlons pas ici des réparations de pièces de fer ou d'acier, travaux pour lesquels l'avantage de la soudure autogène est tellement manifeste qu'il est tout à fait inutile d'insister sur ce point.

Résistance de la soudure. — La qualité de la soudure dépend certainement de l'adresse de l'ouvrier, mais beaucoup aussi de la façon dont les tôles ont été préparées, de l'homogénéité de la flamme et de la puissance de cette dernière.

L'habileté opératoire s'acquiert vite. Le chanfreinage des tôles permet de bien assurer la soudure sur toute l'épaisseur du métal, résultat qu'on obtient moins facilement si les tôles sont coupées d'équerre, ou avec la faible pente que donne la cisaille.

Mais, ce qui importe le plus, c'est de faire usage d'un chalumeau suffisamment puissant pour la force des tôles que l'on travaille. La fusion du fer doit se faire très rapidement, et l'on doit toujours avoir sous la flamme oxy-acétylénique un large bain de fer parfaitement liquide. Opérée dans ces conditions, la soudure fournit couramment une résistance de 36 kilogr. par millimètre carré.

Oxygène. — Nous ne dirons que quelques mots de l'oxygène, qui joue un rôle si important dans la soudure autogène. Actuellement ce gaz est presque exclusivement produit dans des usines spéciales, soit par le procédé Boussingault et Brin, soit par l'électrolyse de l'eau, et son prix permet d'employer économiquement le nouveau procédé de soudure, toutes les fois que les frais de transport ne sont pas excessifs.

Mais le développement de la consommation de ce gaz, dû à ses nouveaux débouchés, a attiré l'attention des spécialistes qui prennent des mesures pour accroître leur production. On peut espérer voir aboutir bientôt les recherches entreprises de divers côtés sur cette industrie, et il paraît probable que dans un délai rapproché, soit à l'aide des anciens procédés, soit à l'aide de nouvelles méthodes, la fabrication de l'oxygène prendra une extension considérable, et qu'un important abaissement du prix de vente de ce gaz permettra à la soudure autogène de prendre tout le développement dont elle est susceptible.

Ed. Fouché,
Ingénieur civil,
Ancien Élève des Écoles d'Arts et Metiers
et de l'École Polytechnique.

Digitized by Google

TRAVAUX PUBLICS

PONT SUR LE RUPNARAYAN
(Indes anglaises).

(Planche XXII.)

Ce pont, établi sur le chemin de fer de Calcutta à Madras, est destiné à franchir une rivière soumise aux mouvements des marées, dont l'amplitude atteint 3m 60. Pour le passage des navires, le pont devait laisser une hauteur libre de 13m 10 au-dessus du niveau moyen de la mer. Le débit de la rivière est évalué à 1 580 mètres cubes par seconde, et la vitesse du courant atteint 3 mètres par seconde dans la section de passage du pont.

Cet ouvrage, qui a 670 mètres de longueur entre les piles-culées, a présenté quelques particularités dans les fondations des piles qui ont, du reste, toutes été exécutées à sec au moyen de caissons sans fond et d'épuisements. On a employé trois procédés différents pour la mise en place des caissons :

1° Pour les piles extrêmes, nos 1 et 8, les caissons ont été établis sur terre ferme;

2° Pour les piles nos 5, 6 et 7, on a formé des îlots artificiels, sur lesquels le caisson a été monté et foncé;

3° Enfin, pour les piles nos 2, 3 et 4, situées en eau profonde, on s'est servi d'une plate-forme flottante pour monter le caisson et le mettre en place.

Le pont a été exécuté sous les ordres de M. S. M. Leake, Ingénieur en chef, et c'est du mémoire qu'il a publié dans les *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, que nous avons tiré les détails ci-après.

Comme le représente la figure 1 (pl. XXII), l'ouvrage se compose de sept travées métalliques de 95m 85 de portée, et à chaque extrémité se trouvent deux travées d'accès de 31m 32. Les poutres du pont sont portées par huit piles en béton et en maçonnerie de briques, établies au moyen de caissons métalliques de 26m 80 de hauteur, sur 19m 20 de longueur et 6m 70 de largeur, à extrémités en demi-cercle. Les figures 11 et 12 de la planche représentent le caisson en coupe et en plan. Divisé par quatre cloisons transversales en trois chambres de dragage, le caisson est constitué par des anneaux de 1m 20 de hauteur, pesant en moyenne 16t 30, réunis par des cornières jointives; toutes les pièces avaient été expédiées d'Angleterre, prêtes pour la rivure. Chaque caisson pesait 385 tonnes : 3m 65 de sabot, pesant 75 tonnes, puis une hauteur de 12m 20, pesant 172 tonnes, et 10m 95, pesant 138 tonnes.

1° *Fonçage en terrain ferme.* — Pour les piles extrêmes, nos 1 et 8, les caissons ont été montés sur le rivage. La pièce de sabot, provisoirement établie sur un chemin de glissement formé de rails, a été amenée sur l'emplacement du caisson; puis, après avoir retiré les rails, on l'a fait descendre dans le sol jusqu'à ce que le bord supérieur de l'anneau fût à 0m 60 au-dessus de la surface. Les parties ABCDEFHJ (fig. 12, pl. XXII) ont été remplies de maçonnerie de briques et de béton, puis deux anneaux du caisson montés et maçonnés, le dragage s'opérant à sec dans les chambres. Mais les flancs du caisson fléchirent sous la poussée des terres, et on dut alors remplir les chambres d'eau et enlever les déblais avec des dragues.

L'échafaudage a été constitué avec des rails de 2m 45 de longueur, boulonnés verticalement sur la paroi intérieure du caisson : au fur et à mesure du montage de deux anneaux, on élevait l'échafaudage d'une longueur de rail, en retirant les pièces d'étrésillons, et laissant les rails verticaux noyés dans la maçonnerie. Ce mode opératoire a économisé beaucoup de temps dans les manœuvres. La descente des caissons nos 1 et 8 n'a pas offert de grosses difficultés, sinon qu'il a fallu plusieurs fois redresser le caisson no 1 qui prenait de l'inclinaison.

2° *Fonçage sur îlots artificiels.* — Les caissons des piles nos 5, 6, 7, ont été descendus sur des îlots artificiels. Une enceinte de pieux de 30 × 30, espacés de 1m 50, a été battue à 1m 50 tout autour de l'emplacement du caisson. Ce battage ne s'est pas fait sans difficulté, à cause de la vase et du flot qui soulevait les pieux; on a dû même recouvrir le fond de la rivière de sacs de sable, sur une certaine longueur en amont et en aval. Les têtes de pieux ont été réunies par trois tours de vieux cordages, pour les maintenir contre les poussées intérieures. Un clayonnage de bambous a été ensuite disposé verticalement à l'extérieur de l'enceinte, retenu par des enrochements de briques cassées et un talus à 45 degrés formé de sacs de sable. On a comblé l'intérieur de l'enceinte avec de la terre du rivage. Ces îlots s'élevaient à 2m 40 au-dessus du niveau moyen de la mer, et se trouvaient submergés à marée haute. Un dallage en briques posées à sec protégeait le remplissage contre le flot. Sur cet îlot, le caisson a été monté de la même façon que ceux des piles nos 1 et 8.

3° *Fonçage en eau profonde.* — Les caissons nos 2, 3, 4, en eau profonde, ont été établis au moyen d'une plate-forme flottante portée par deux bateaux, comme le montrent les figures 2, 3 et 4 (pl. XXII). Deux bateaux plats, de 55 mètres de longueur, sur 7m 90 de largeur et 2m 75 de profondeur, amarrés à des ancres jetées dans le lit de la rivière, ont été placés parallèlement, de part et d'autre de l'emplacement de la pile, laissant entre eux un espace de 7m 30. Sur ces bateaux, on a établi une plate-forme pour le montage des anneaux en P, l'autre partie supportant les échafaudages destinés à compenser les oscillations de la marée. Tous les bois venaient d'Amérique.

Les anneaux ont été montés de façon à former des joints étanches, pour obtenir la flottabilité du caisson; on le descendait au fur et à mesure du montage : à cet effet, l'anneau du sabot avait été entouré d'un câble en fer, sur lequel étaient accrochés quatre crampons, attelés chacun à un système de quatre palans Weston de 10 tonnes. Les tirages des palans maintenaient en place le caisson qui a été descendu bien verticalement, en filant à la fois les quatre suspensions.

Quand le sabot a été immergé de 2m 10 dans l'eau, on a commencé à remplir de béton les coins des cloisons transversales; le caisson s'enfonçant, il a fallu mettre en place de nouveaux anneaux et monter le caisson jusqu'à 12m 20 de hauteur, dont 8m 50 hors de l'eau. Le caisson, avec la maçonnerie, pesait alors 243 tonnes, dont 183 étaient portées par l'eau et 60 par les palans. Les deux chambres intérieures ont été conservées vides et garnies de boisages pour résister à la poussée de l'eau.

Le dragage fut opéré comme le représentent les figures 2 et 3 (pl. XXII). Dans chaque chambre de dragage, on a établi une machine Bradford Leslie, dont le foret, de 3 mètres de diamètre, était mis en mouvement au moyen d'un tuyau annulaire de 325 et 650 millimètres de diamètres intérieur et extérieur. Un siphon, amorcé par des éjecteurs à vapeur, évacuait les déblais au moyen d'un courant d'eau fourni par une pompe centrifuge. Cet appareil n'a pas semblé donner de résultats supérieurs au dragage ordinaire, car il a fallu plusieurs fois redresser le caisson. Le no 4 s'est même trouvé désaxé de 75 centimètres et la pile a été bâtie en encorbellement sur le caisson.

Pour maçonner les caissons, le remplissage a été fait selon les indications des figures 9 et 10 (pl. XXII). Au-dessus du caisson, la pile est entièrement en briques.

La pression sur la base de chaque pile est, une fois le pont terminé et monté, de 8 607 tonnes, soit environ 9kg 250 par centimètre carré.

Pour les travées d'accès, les piles sont portées chacune par deux puits de fondation de 5m 95 de diamètre. Le fonçage à la main et à sec de ces puits a dû être abandonné et les caissons furent foncés dans l'eau.

Les poutres du pont sont du type semi-bowstring; les rails sont boulonnés sur des coussinets fixés sur des traverses en bois de teck, posées sur chaque entretoise, à la distance de 55 centimètres. Chaque travée pèse 546 tonnes. Les poutres des travées d'accès sont du type ordinaire des chemins de fer de l'Inde et pèsent 67 tonnes.

Pour monter les poutres sur les piles nos 7 et 8, une jetée a été établie jusqu'à 5m 50 au-dessus du niveau des basses eaux, sur laquelle on a fait le rivetage des pièces. La semelle inférieure reposait sur 96 vérins disposés suivant le gabarit, tandis que la semelle supérieure et les pièces de treillis étaient mises en place au moyen de deux petits ponts roulants, à cheval sur les poutres. On a dû renoncer à l'emploi des riveuses à air comprimé, trop peu maniables, et faire le travail à la main.

Les six autres travées ont été montées au moyen de deux pontons en acier, de 85 mètres de longueur, sur 12m 20 de largeur et 3 mètres de profondeur, sur lesquels on avait établi un plancher avec un pont roulant. Pour mettre les poutres en place, on s'est servi de vérins spéciaux, d'une force de 150 tonnes et de 30 centimètres de course. Les poutres étaient levées alternativement par chaque extrémité et posées sur des blocs de bois.

Ce pont a coûté environ 6 750 000 francs, soit 10 000 francs le mètre courant environ. Sa construction a duré trois ans. La brique, la chaux et le ciment ont été fabriqués sur place, avec les matériaux du pays.

CHEMINS DE FER

LES LOCOMOTIVES A VOIE ÉTROITE

(Suite et fin [1].)

III. **Voie de 0m 60.** — La voie de 0m 60 est employée sur un assez grand nombre de lignes en Europe, dans les États de l'Amérique du Sud et, en général, dans les pays coloniaux. L'établissement de ces voies est des plus économiques, car elles peuvent suivre presque toutes les sinuosités du terrain, les courbes admises pouvant sans inconvénient s'abaisser jusqu'à 20 mètres et au-dessous. Par contre, ces voies ne permettent pas de transporter des tonnages importants ni de faire de la vitesse. Le poids des rails varie de 5 à 15 kilogr. Les réseaux des places fortes, établis par l'Artillerie française avec des rails de 12 kilogr., ont permis de démontrer que la voie de 0m 60 était capable de rendre les plus grands services, lorsqu'elle est convenablement construite.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, no 20, p. 311, et no 21, p. 328.

Digitized by Google

Locomotive-tender des tramways du Pouliguen, à 2/2 essieux accouplés (fig. 22). — Le type le plus simple et le plus économique de locomotive à voie de 0m 60 est celui qui ne comporte que deux essieux, qui sont naturellement accouplés. L'exemple que nous avons choisi pour cette catégorie est une machine pesant 5 tonnes à vide et 6 250 kilogr. en ordre de marche, et pouvant circuler sur des voies composées de rails de 9kg 5, avec traverses espacées de 825 millimètres; le rayon minimum des courbes qu'elle peut franchir sans difficulté est de 15 mètres.

Les cylindres ont un diamètre de 165 millimètres et la course des pistons est de 250 millimètres; les roues ont un diamètre de 600 millimètres et leur empattement est de 1 mètre. La surface totale de

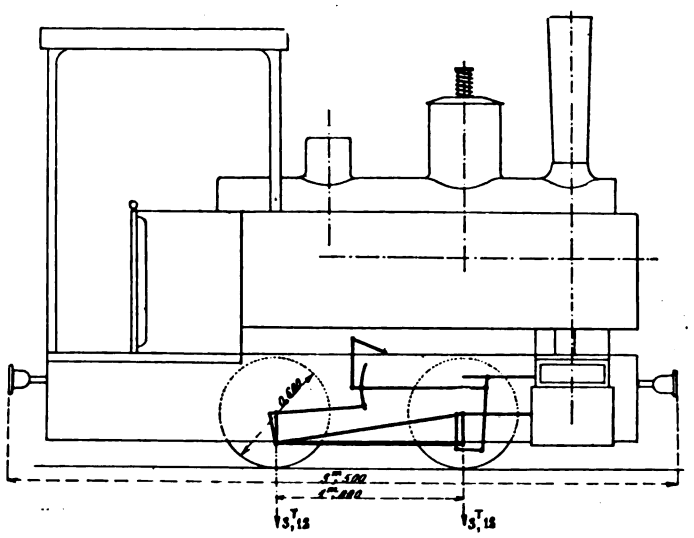


Fig. 22. — Locomotive-tender à 2/2 essieux accouplés.
Voie de 0m 60.

chauffe est de 11m2 39 et la surface de grille de 0m2 33. La pression normale de la chaudière est de 12 kilogr. Les soutes à eau contiennent 600 litres; la provision de charbon est de 200 kilogrammes.

La consommation d'eau est de 30 litres par kilomètre parcouru, ce qui fait que la machine peut parcourir 20 kilom. sans se ravitailler.

La vitesse de régime est de 14 kilom. à l'heure et la vitesse correspondant au maximum d'effort de traction est de 9 kilom. L'effort théorique de traction est de 1 350 kilogrammes.

Locomotive-tender du Chemin de fer de la Guyane, à 2/3 essieux accouplés (fig. 23). — Cette locomotive, dont le poids total en ordre de marche est de 9 tonnes, est sensiblement plus puissante que la précédente. Elle est caractérisée par l'adjonction d'un essieu porteur radial, disposé à l'arrière, qui lui permet de passer dans les courbes de 15 mètres

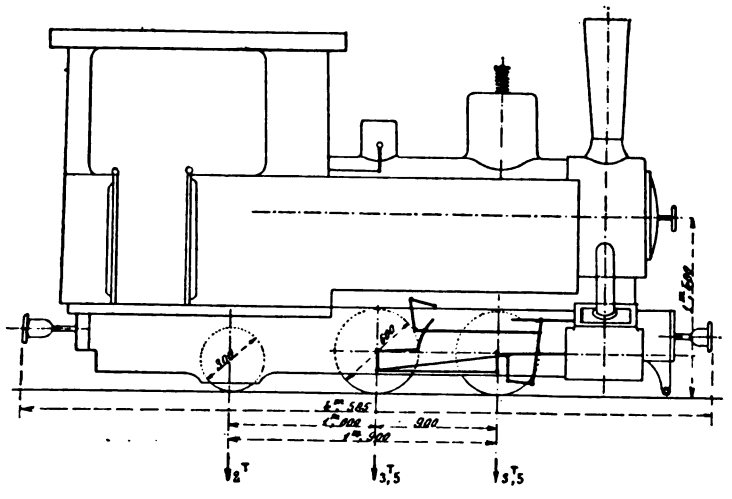


Fig. 23. — Locomotive-tender à 2/3 essieux accouplés.
Voie de 0m 60.

aussi aisément que la locomotive à 2 essieux que nous venons d'examiner.

La chaudière, timbrée à 12 kilogr., a une surface de chauffe totale de 17 mètres carrés; la surface de grille est de 0m2 38. Les cylindres ont 210 millimètres de diamètre avec une course de piston de 300 millimètres; les roues motrices ont un diamètre de 600 millimètres avec un empattement de 900 millimètres.

Les bâches contiennent un peu plus de 1 000 litres d'eau et l'approvisionnement en charbon est de 560 kilogrammes.

La vitesse de régime est de 12 kilom., tandis que celle qui correspond au maximum d'effort de traction n'est que de 9 kilomètres.

L'effort théorique de traction est de 2 640 kilogrammes.

Locomotive à 2/4 essieux accouplés, du Cornwall and Lebanon Railroad (États-Unis) (fig. 24). — Le type *Américain*, si employé pour les locomotives à voie normale, est, comme nous l'avons déjà vu, d'une application beaucoup moins fréquente sur les lignes à voie étroite. L'exemple, que nous donnons ici, prouve que le type n'est cependant pas incompatible avec la voie de 0m 60. Toutefois, la généralisation de son emploi ne semble pas très recommandable, car le poids de la machine est mal utilisé au point de vue de l'adhérence.

La surface de chauffe totale atteint le chiffre relativement considérable de 34 mètres carrés; la surface de grille est de 0m2 55. Les cylindres ont un diamètre de 250 millimètres avec une course de pistons de 350 millimètres. La chaudière est timbrée à 10kg 5; le combustible employé est du charbon tendre.

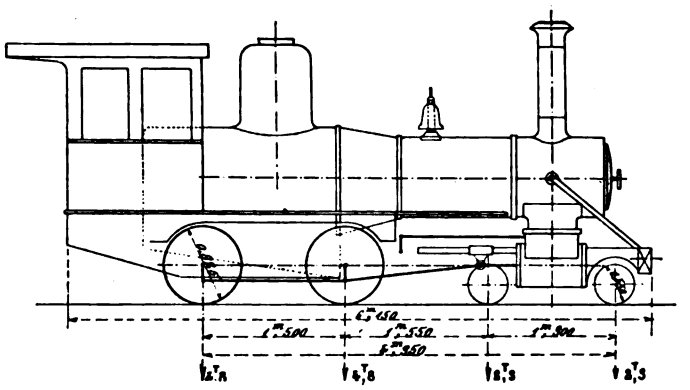


Fig. 24. — Locomotive, type *Américain*, à 2/4 essieux accouplés.
Voie de 0m 60.

Les roues motrices ont un diamètre de 0m 825 et leur empattement est de 1m 50.

Le poids de la machine en service est de 14 tonnes. Le tender, qui est supporté par deux bogies à quatre roues, contient 4 543 litres d'eau.

Cette locomotive, dont l'effort théorique de traction est de 2 790 kilogr., est capable de remorquer des charges de 20 à 25 tonnes sur des rampes de 45 millimètres combinées avec des courbes de 36 mètres de rayon.

Locomotive type « Forney » à 2/4 essieux accouplés, du Phillips and Rangeley Railroad (États-Unis) (fig. 25). Les machines du type *Forney*, assez usitées en Amérique pour les trains de banlieue, sont caractérisées par la présence d'un bogie disposé en arrière des deux essieux moteurs, ce qui représente une disposition inverse de celle du type *Américain*.

Ce type n'est, en somme, que la réunion en une seule unité d'une machine à 2 essieux et de son tender. En effet, les soutes à eau latérales sont supprimées et remplacées par une soute unique disposée en arrière de la cabine de manœuvre.

Les cylindres (300 millimètres de diamètre et 400 millimètres de

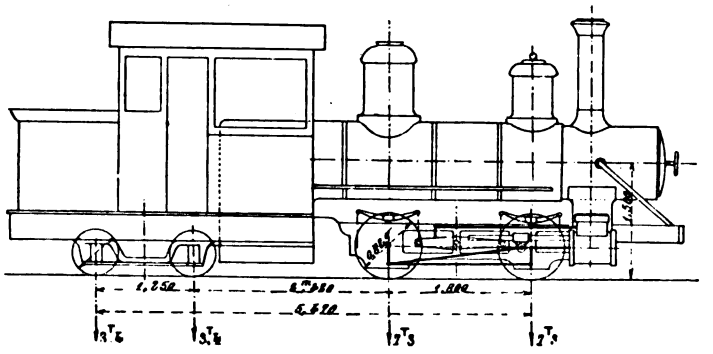


Fig. 25. — Locomotive, type *Forney*, à 2/4 essieux accouplés.
Voie de 0m 60.

course) sont disposés en porte à faux; ils attaquent le deuxième essieu moteur. Les roues motrices ont un diamètre de 0m 825. La chaudière, timbrée à 10 kilogr., a une surface totale de chauffe de 42 mètres carrés, et la grille a une surface de 0m2 83. La soute à eau contient 3 640 litres; le poids total en ordre de marche atteint 21t 4 et la charge maximum par essieu est de 7t 3.

Les rails employés sur le réseau pèsent 16 kilogr. par mètre courant les rampes atteignent 30 millimètres par mètre.

L'effort théorique de traction est de 4 350 kilogrammes.

Digitized by Google

Locomotive type « Mogul » à 3/4 essieux accouplés, du Chemin de fer de Mogyana (Brésil) (fig. 26). — Le type *Mogul*, dont nous avons déjà étudié deux applications à propos des machines à voie de 1 mètre, peut également être adapté avantageusement à la voie de 0m 60. La locomotive, de construction américaine, que nous donnons comme exemple, pèse 18t 6 en ordre de marche avec une charge maximum par essieu de 5t 28. Les roues motrices ont un diamètre de 0m 825; les cylindres ont un diamètre de 300 millimètres avec une course de piston de 400 millimètres. La chaudière est timbrée à 12kg 7; les surfaces de chauffe totale et de grille sont respectivement de 36 mètres carrés et de 0m2 7. Le foyer, qui est en acier, est destiné à brûler des charbons tendres.

Le tender qui accompagne la machine contient 4 543 litres d'eau;

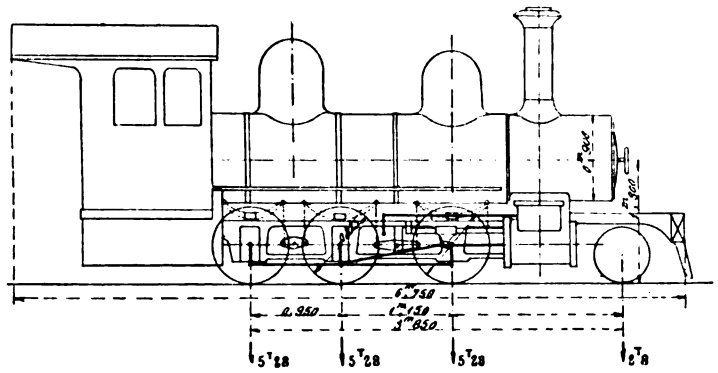


Fig. 26. — Locomotive, type *Mogul*, à 3/4 essieux accouplés. Voie de 0m 60.

il est supporté par deux essieux portant des roues de 0m 65. L'effort théorique de traction est de 5 500 kilogrammes.

Cette locomotive remorque des trains de marchandises sur des rampes de 30 millimètres combinées avec des courbes de 50 mètres de rayon.

Locomotive-tender à 3/4 essieux accouplés, des tramways du Tarn (fig. 27). — Nous retrouvons, avec cette machine, une disposition inverse du type *Mogul;* un essieu radial est disposé en arrière des trois essieux moteurs, qui sont eux-mêmes précédés par les cylindres en porte à faux.

Le poids total de cette machine, en ordre de marche, est de 13 tonnes, la charge maximum par essieu moteur étant de 3t 5; elle est destinée à circuler sur des voies construites avec des rails de 12 kilogr. posés sur traverses espacées de 0m 70 d'axe en axe.

Les cylindres ont un diamètre de 250 millimètres avec une course de 320 millimètres; les roues motrices ont un diamètre de 650 millimètres. La chaudière, timbrée à 12 kilogr., a une surface de chauffe de 21m2 56; elle consomme 52 litres par kilomètre parcouru, la consommation correspondante de charbon étant de 7kg 4. Les soutes contiennent 1 400 litres d'eau et 800 kilogr. de charbon, ce qui permet à la machine de faire 32 kilom. sans se ravitailler.

L'effort théorique de traction est de 3 700 kilogrammes.

Le rayon minimum des courbes admissibles pour cette machine

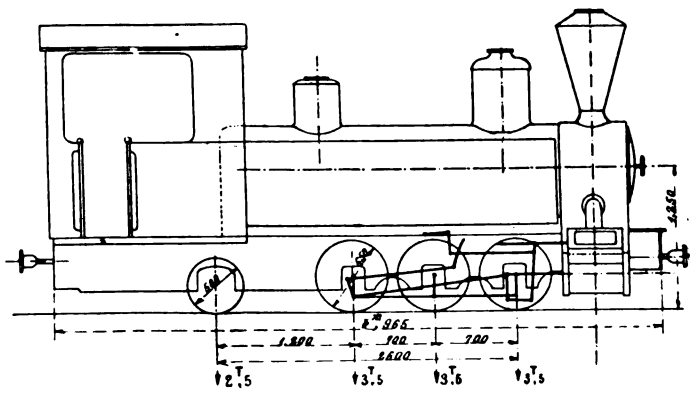


Fig. 27. — Locomotive-tender à 3/4 essieux accouplés. Voie de 0m 60.

est de 25 mètres et la vitesse de régime est de 12 kilom. à l'heure. A cette vitesse elle peut remorquer 24t 3 sur une rampe de 50 millimètres. A la vitesse de 22 kilom. à l'heure, elle peut remorquer 157 tonnes en palier et 30 tonnes sur des rampes de 30 millimètres.

Locomotive-tender-compound à 3/5 essieux accouplés, de la Compagnie Ramal Campineiro (Brésil) (fig. 28). — En ajoutant un bissel à l'avant de la locomotive du type précédent, on obtient une machine possédant une plus grande stabilité. La puissance est également augmentée, puisque l'on peut donner à la chaudière une plus grande longueur sans augmenter l'empattement rigide.

L'emploi de bissels à l'avant et à l'arrière permet à cette locomotive de passer aisément dans les courbes de 20 mètres de rayon, tout en ayant un empattement total de près de 6 mètres.

Une autre particularité intéressante à signaler dans cet exemple est l'application du système compound *Vauclain*, qui est très employé aux États-Unis pour les locomotives à voie normale. Nous rappellerons simplement que les cylindres à haute et à basse pression sont disposés, dans ce système, l'un au-dessus de l'autre, de chaque côté de la machine. Les tiges de piston de chaque groupe de cylindres viennent se fixer à une traverse verticale, au milieu de laquelle se trouve une crosse portant l'articulation de la bielle motrice. Les deux cylindres superposés sont coulés d'une seule pièce et sont alimentés par un

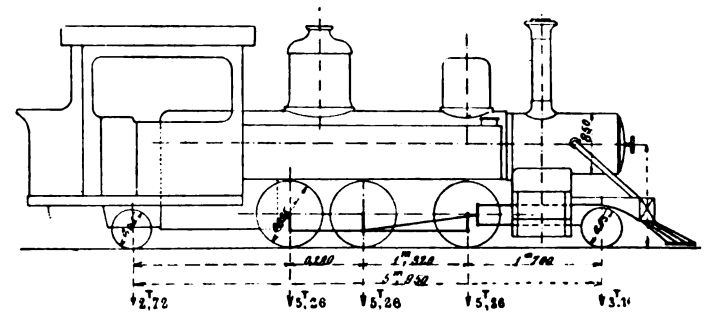


Fig. 28. — Locomotive-tender compound à bissel, système *Vauclain*, à 3/5 essieux accouplés. Voie de 0m 60.

tiroir cylindrique unique. Cet ensemble constitue, en somme, le dispositif de Woolf.

Les cylindres ont respectivement des diamètres de 175 et de 300 millimètres avec une course commune de 400 millimètres; les roues motrices ont 825 millimètres de diamètre. La chaudière, timbrée à 12kg 7, a une surface totale de chauffe de 36m2 3; la foyer, qui est en acier, conformément à la pratique américaine, est muni d'une grille ayant une surface de 0m2 75.

Les soutes à eau sont disposées de chaque côté de la chaudière et contiennent 2 500 litres. Le poids total de la machine en ordre de marche est de 21t 68; le poids maximum par essieu est de 5t 26. Les rails du réseau sur lequel circulent les locomotives de ce type pèsent 12kg 5 par mètre courant.

L'effort théorique de traction est de 1 880 kilogr. dans le fonctionnement en compound. Il peut atteindre environ 3 500 kilogr. en admettant la vapeur directement aux grands cylindres.

La vitesse normale de marche de cette locomotive est de 20 kilom. à l'heure; elle est établie pour remorquer des charges de 60 tonnes sur des rampes de 30 millimètres par mètre.

Locomotive-tender-compound à 4/4 essieux accouplés, des tramways du Calvados (fig. 29). — Nous retrouvons avec cette petite locomotive une heureuse application du système *Mallet* dont nous avons déjà parlé.

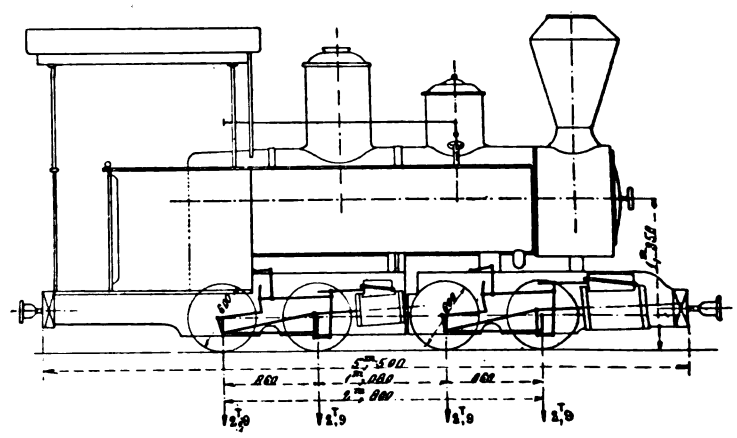


Fig. 29. — Locomotive-tender compound, système *Mallet*, à 4/4 essieux accouplés. Voie de 0m 60.

Grâce à l'emploi de ce système, on a pu obtenir l'adhérence totale de la machine. La faculté de suivre les sinuosités de la voie n'en a pas été diminuée, car elle peut passer aisément dans des courbes de 20 mètres de rayon.

Le bogie d'avant, qui est mobile, supporte la partie antérieure de la chaudière par l'intermédiaire d'un secteur circulaire; le train d'arrière est fixe.

La chaudière, dont la surface totale de chauffe est de 22m2 30, est

Digitized by Google

timbrée à 12 kilogr.; elle est construite avec des tôles de 12 millimètres d'épaisseur, avec double rivure et contient 90 tubes ayant 3 millimètres d'épaisseur et 36 millimètres de diamètre intérieur. Le foyer est en cuivre rouge entretoisé.

Les roues ont un diamètre de 0m 60; les rais et le moyeu sont en fer forgé, tandis que le bandage est en acier laminé sans soudure.

La distribution est du système Walschaërt. Au moment des démarrages, on peut envoyer directement dans les grands cylindres de la vapeur détendue à 4 ou 5 kilogrammes.

Les cylindres ont respectivement des diamètres de 187 et de 280 millimètres; leur course commune est de 300 millimètres. Les soutes à eau sont disposées latéralement et contiennent 1 200 litres. L'approvisionnement en charbon peut s'élever à 600 kilogr. Cette machine peut faire de 25 à 30 kilom., dans des conditions normales d'exploitation, sans se ravitailler.

L'effort théorique de traction, dans le fonctionnement en compound, est de 2 080 kilogr.; il peut atteindre 4 000 kilogr. dans la marche à simple expansion, au moment des démarrages.

On trouve, par le calcul, que ces machines peuvent remorquer 21 tonnes sur des rampes de 80 millimètres, 40 tonnes sur des rampes de 40 millimètres, 72 tonnes sur des rampes de 20 millimètres, 120 tonnes sur des rampes de 10 millimètres, 180 tonnes sur des rampes de 5 millimètres et 360 tonnes en palier.

Pratiquement elles peuvent remorquer de 20 à 30 tonnes utiles sur des rampes de 40 à 50 millimètres, et 100 tonnes sur des déclivités ne dépassant pas 25 millimètres par mètre. La vitesse normale de marche ne doit pas dépasser 20 kilom. à l'heure.

Des machines de ce type ont circulé, en 1889, sur le petit chemin de fer de l'Exposition universelle de Paris.

Locomotive-tender à 4/4 essieux accouplés, de l'Artillerie française (fig. 30). — Les forts des quatre grandes places fortes de l'Est (Belfort, Épinal, Toul et Verdun), sont desservis par des voies ferrées de 0m 60 qui ont été construites et qui sont exploitées par les services de l'Artillerie. La traction des trains est effectuée, sur ces réseaux, par

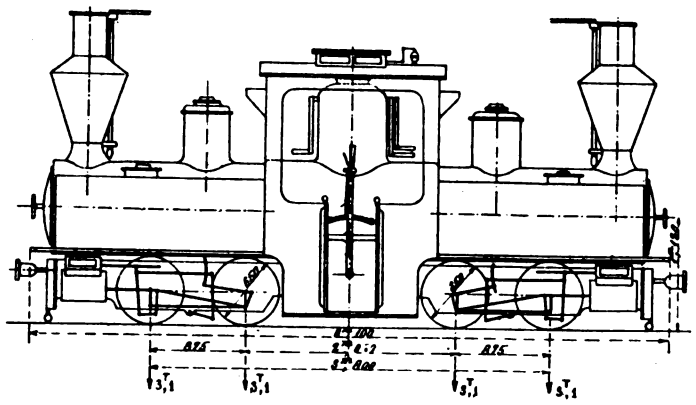


Fig. 30. — Locomotive-tender, système *Péchot-Bourdon*, à 4/4 essieux accouplés. Voie de 0m 60.

des locomotives du type *Fairlie* modifié, dont les études sont dues à la collaboration du colonel Péchot et de M. Ch. Bourdon, professeur à l'École Centrale.

Ces machines étant appelées à circuler sur des rampes pouvant atteindre 100 millimètres, il y avait lieu d'adopter des dispositions permettant au ciel du foyer d'être toujours baigné par l'eau, quelle que fût l'inclinaison de la chaudière. Le type Fairlie permettait de satisfaire aisément à ce desideratum, puisqu'il comporte un foyer placé au milieu de la locomotive.

Les quatre cylindres sont égaux et sont disposés en porte à faux, aux extrémités des bogies moteurs de la locomotive. Leur éloignement, et surtout les déplacements des bogies, ont rendu impossible l'application du système compound qui, d'ailleurs, pour l'exploitation des places de l'Est, eût été une complication inutile; on a recherché, au surplus, pour ces machines, la simplicité beaucoup plus que l'économie du fonctionnement. La vapeur est admise aux cylindres des deux groupes par deux régulateurs indépendants, qui sont rendus solidaires en temps ordinaire. En cas d'avarie survenant au mécanisme de l'un des bogies, on peut les rendre immédiatement indépendants et continuer la marche avec un seul bogie moteur.

Les cylindres ont un diamètre de 175 millimètres et la course des pistons est de 240 millimètres. Les roues ont 650 millimètres de diamètre; les mécanismes de distribution sont du système Walschaërt.

La surface totale de chauffe de la chaudière est de 25 mètres carrés; la pression normale est de 12 kilogrammes.

Le poids total de la machine à vide est de 10t 200; il peut atteindre 14 tonnes en ordre de marche. Le poids maximum par essieu est de 3t 5; les rails à employer ne doivent pas peser moins de 9kg 5 par mètre courant. Les quatre soutes à eau sont disposées latéralement de chaque côté des corps cylindriques. On peut les remplir en cours de route, au moyen de tuyaux et d'éjecteurs à vapeur permettant d'aspirer l'eau dans les rivières situées près de la voie. La cabine de manœuvre est munie d'une plate-forme située à une faible distance des rails; le mécanicien et le chauffeur sont séparés par le foyer, mais ils peuvent néanmoins se parler. Le travail du chauffeur est pénible en été, car le chargement du foyer ne peut être effectué qu'au moyen de pelles à manche très court.

Ces locomotives sont aussi stables que possible, car l'axe de la chaudière est très bas; elles ont une très bonne allure en marche et passent très facilement dans les courbes de 20 mètres. Elles ont été préférées à d'autres types de machines pour lesquels, surtout dans les courbes, la répartition de la charge sur les essieux était très inégale. La voie légère, que l'artillerie doit pouvoir établir sans préparation à travers champs, quelle que soit la forme du terrain, exige une répartition uniforme qui a été obtenue pour tous les véhicules du matériel en question; celui-ci comporte un type de wagon pour le transport des pièces d'artillerie formant un colis indivisible de 48 tonnes.

L'effort théorique de traction de la machine de l'artillerie est de 2 400 kilogr. En palier, elle peut pratiquement remorquer des trains de 300 tonnes à la vitesse de 20 kilom. à l'heure et de 340 tonnes à la vitesse de 15 kilom., ce qui correspond à un effort de traction de 1 700 kilogr., soit un septième du poids moyen de la machine. Sur des rampes de 80 millimètres, elle remorque facilement 8 tonnes; la charge peut s'élever respectivement à 20 tonnes et à 48 tonnes sur des rampes de 50 et de 25 millimètres.

Locomotive-tender à 4/4 essieux accouplés, des chemins de fer de Thessalie (fig. 31). — Nous terminerons cette étude comparative des divers types de locomotives pour voie de 0m 60 par une application du système *Hagans* qui permet d'obtenir la convergence d'une partie des essieux accouplés.

Dans l'exemple que nous donnons, les cylindres ont été reportés au-dessus du tablier; il en résulte que les pistons doivent communi-

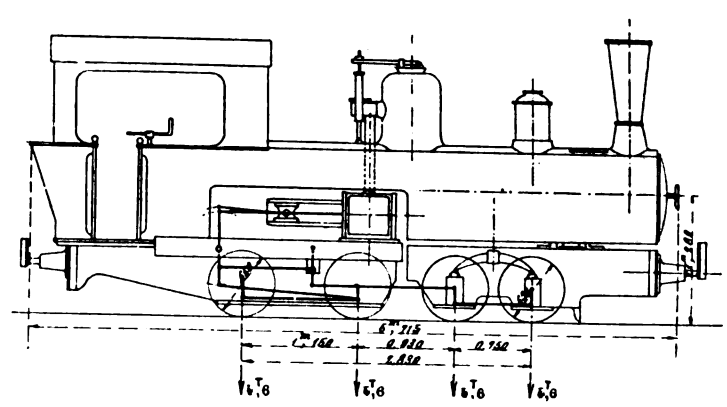


Fig. 31. — Locomotive-tender, système *Hagans*, à 4/4 essieux accouplés. Voie de 0m 60.

quer leur mouvement alternatif aux bielles motrices par l'intermédiaire d'un balancier vertical. L'emploi de ce balancier de renvoi est d'ailleurs tout à fait étranger au système Hagans, qui permet d'articuler directement les bielles motrices sur les tiges des pistons.

Le système Hagans est caractérisé essentiellement par l'emploi d'un balancier compensateur dont le point d'oscillation peut varier (fig. 32).

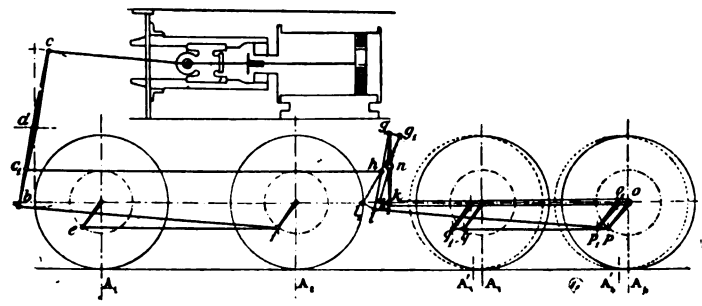


Fig. 32. — Schéma du système *Hagans*.

Ce balancier *gl* peut osciller autour du point *g* sous l'action de la bielle c_1h qui lui communique le mouvement du piston. A l'extrémité *l* de ce balancier vient s'articuler une bielle, transmettant le mouvement alternatif à l'essieu A_4 du train mobile A_3A_4. Les deux essieux de ce train sont, d'ailleurs, rendus solidaires au moyen de la bielle d'accou-

Digitized by Google

plement *pq*. Les essieux A_1A_2 font partie d'un train fixe, solidaire des longerons de la locomotive ; ils reçoivent le mouvement du balancier vertical *cb* par l'intermédiaire de la bielle *bf*, et sont accouplés entre eux.

Revenons maintenant au pendule compensateur *gl* dont le point d'oscillation *g* n'est pas fixe. Ce point *g* n'est autre chose qu'un axe commun avec un autre pendule *gk* qui, lui, peut osciller autour d'un point fixe *n immuablement* fixé au châssis de la locomotive. L'extrémité *k* de ce dernier balancier, qui peut osciller derrière le pendule *gl* sans être géné par lui, vient s'articuler sur une bielle *ko* qui embrasse l'extrémité d'un essieu du train mobile.

Supposons maintenant que la locomotive entre dans une courbe : le train mobile va se déplacer; le point *o* viendra en o_1 et la bielle *ok* occupera la position o_1k_1 ; le pendule *kg* viendra en k_1g_1 et y demeurera tant que le rayon de la courbe ne changera pas. Le point d'oscillation *g* du pendule compensateur est donc venu en g_1 ; les bras de levier ont d'ailleurs été choisis de façon que le point *h* n'ait pas varié pour une position donnée du piston. La bielle motrice *lp* agira donc comme si elle avait été raccourcie de ll_1, et elle continuera d'actionner les essieux du train mobile comme en alignement droit.

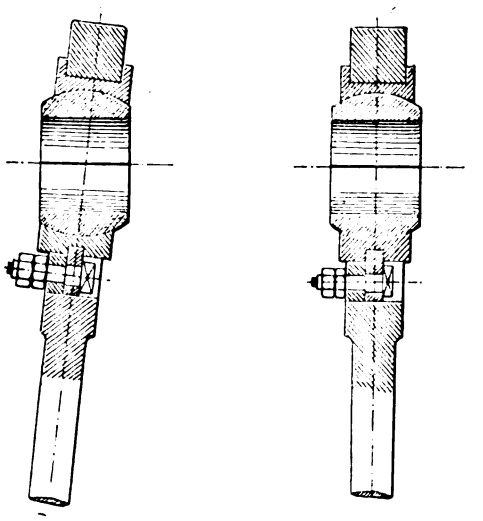


Fig. 33 et 34. — Coupe d'une tête de bielle d'accouplement, système *Hagans*, en courbe et en alignement droit.

On voit, d'après cette explication, que le nombre des essieux accouplés du train mobile et du train fixe peut être quelconque. En pratique il n'y a pas intérêt à trop augmenter ce nombre afin de ne pas faire croître, en même temps, l'empattement rigide de chaque train.

Les bielles *ko* et *lp* doivent pouvoir se déplacer horizontalement en faisant des angles assez prononcés avec les axes des boutons de manivelles. Ces derniers ne sont pas sphériques, mais cylindriques comme dans les locomotives ordinaires. Ils sont entourés par des coussinets ayant une surface extérieure faisant partie d'un cylindre dont l'axe est perpendiculaire à celui de la bielle (fig. 33). Il résulte de cette disposition que les coussinets peuvent s'orienter à l'intérieur de la cage de la tête de bielle.

La locomotive des chemins de fer de Thessalie comporte deux essieux fixes, à l'arrière, et deux essieux faisant partie d'un train mobile, à l'avant. Le balancier de renvoi des cylindres a été adopté en vue d'éloigner le mécanisme de distribution du sol et d'éviter son engorgement par la poussière et la boue.

Les cylindres ont un diamètre de 300 millimètres; la course des pistons est également de 300 millimètres ; les roues ont 650 millimètres de diamètre.

La chaudière, qui est timbrée à 12 kilogr., a une surface totale de chauffe de $32^{m2}35$; la surface de grille est de $0^{m2}65$. La capacité des soutes à eau, qui sont disposées latéralement, est de 2 000 litres. Cette machine atteint, en ordre de marche, le poids de 18^t4; le poids maximum par essieu, qui est de 4^t6, convient bien à la voie qui est construite avec des rails de 14 kilogr., posés dans les conditions ordinaires.

L'effort théorique de traction atteint le chiffre, relativement considérable pour la voie de 0^m60, de 5 000 kilogrammes.

Des locomotives de ce type circulent sur la ligne de Volo à Lechonia, où l'on rencontre des rampes de 30 millimètres, combinées avec des courbes de 30 mètres de rayon ; elles remorquent couramment et facilement, sur ce profil, des trains de 60 tonnes.

Nous nous bornerons à ces quelques exemples, résumant les principales dispositions que l'on peut appliquer aux locomotives à voie étroite. Ils permettent de se rendre compte que l'adoption des voies de 1 mètre, 0^m75 et 0^m60 n'est pas incompatible avec l'établissement de locomotives relativement très puissantes, à la condition, toutefois, que le poids des rails employés pour les voies ne descende pas au-dessous de certaines limites.

Henry Martin,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

VARIÉTÉS

Conservation et entretien des bois et en particulier des manches d'outils.

Le service du Génie entretient dans ses magasins, en temps de paix, une quantité considérable de bois, constituant notamment les manches de nombreux outils, le matériel de ponts, etc. On conçoit, dès lors, tout l'intérêt que porte ce service au meilleur mode de conservation de ces matériaux.

Cette question offrant une égale importance pour les constructeurs civils, il nous a paru intéressant de résumer une étude fort judicieuse, publiée sur ce sujet (1) par M. le commandant L. Jullien, qui doit à la position qu'il occupe à la tête de l'établissement central du matériel de guerre du Génie, à Versailles, une compétence toute spéciale en la matière.

La *vermoulure* et la *pourriture* sont les deux principales causes de détérioration des bois. La vermoulure est produite par des insectes xylophages, portant le nom de vrillettes, qui s'attaquent exclusivement à l'amidon du bois, ce qui conduit à abattre les arbres sur pied en hiver, c'est-à-dire quand ils contiennent le moins possible d'amidon. Les vrillettes sont tuées par un séjour de cinq minutes dans l'étuve à 60 degrés.

La pourriture provient de la putréfaction des matières albuminoïdes contenues dans la sève, surtout sous l'action de la chaleur, de l'humidité, dans un air insuffisamment renouvelé.

Toutes les méthodes de conservation ont pour but d'enrayer ces deux causes de détérioration.

Pour cela, on abat l'arbre à l'époque où la sève est le moins active; on s'efforce d'activer la dessiccation, par des moyens naturels ou artificiels, ces derniers consistant surtout dans l'étuvage à 90 ou 100 degrés; on cherche à expulser les principes fermentescibles de la sève par une lixiviation à l'eau froide, à l'eau chaude ou à la vapeur; enfin, pour soustraire le bois à l'action de l'air et à une nouvelle imprégnation d'humidité, on en préserve la surface par la carbonisation ou un enduit, et l'on en remplit les pores de matières antiseptiques, par l'injection.

Voilà bien le résumé des divers procédés de préservation connus depuis longtemps déjà.

Il a été, en outre, proposé récemment un procédé de sénilisation rapide, connu sous le nom de système Nodon-Bretonneau ; ce procédé a fait l'objet d'intéressantes expériences, en 1900-1901, sur des bois de poutrelles d'équipage de pont.

Il comporte trois opérations distinctes :

1° Séjour des pièces dans un bain spécial, avec courant électrique, pendant quinze jours ;

2° Séchage à l'air libre, pendant dix-huit jours ;

3° Séchage à l'étuve, pendant un mois.

La commission du Génie chargée de suivre ces expériences a conclu que le bois ainsi sénilisé est plus dur et plus résistant que le bois séché naturellement en magasin ; qu'il a la même résistance à la rupture et la même élasticité. Toutefois, on a constaté des gerces et des gauchissements qui entraîneraient de nombreux rebuts. L'opération n'empêche pas le bois de se courber et de se tordre ultérieurement, comme dans le cas du séchage naturel; et, en outre, le prix de la sénilisation entraîne une majoration d'environ 23 % du prix actuel du bois. Ces raisons ont fait renoncer à l'application du procédé.

Le but poursuivi par le commandant Jullien, dans son étude, était, avant tout, de déterminer les conditions de conservation des manches d'outils, qui constituent un énorme et coûteux approvisionnement dans les magasins du Génie.

Or, ces manches sont exclusivement en frêne, en cornouiller et, pour les manches de pelles rondes, en saule, bois tendre dont le seul mérite est la légèreté.

Ces divers manches sont approvisionnés et emmagasinés, les uns sur les voitures, les autres sur des étagères et dans des caisses fermées. Il est à prévoir que leur durée de conservation doit dépendre des circonstances mêmes de leur emmagasinement ; ceux qui sont maniés souvent, qui sont le mieux entretenus et le mieux aérés se conservent plus longtemps. Il est essentiel, en particulier, d'éliminer rapidement les sujets pourris qui seraient un foyer de contagion pour leurs voisins. En définitive, la durée de conservation du bois de saule n'est guère que de douze à vingt ans, soit de quinze ans en moyenne, tandis que le bois de frêne ou de cornouiller se conserve trente ans environ. Il résulte, de ces durées relativement faibles, une dépense considérable de renouvellement.

Pour y remédier, il y aurait tout avantage à assurer le renouvellement par la mise progressive en service courant, puisque la conser-

(1) *Revue du Génie* (juillet 1903).

Digitized by Google

vation, sauf l'usure naturelle, est bien meilleure entre les mains des hommes. Malheureusement, les besoins restreints du service courant ne permettent guère un écoulement rapide. On a calculé qu'il faudrait :

60 ans pour les manches de pic, pioche, hache ;
25 ans pour les manches d'outils portatifs (mêmes outils) ;
66 ans pour les manche de pelle ronde de parc ;
30 ans pour les manches de pelle portative.

C'est à peu près le double de la durée de conservation en magasin. Le moyen serait donc illusoire, et il reste à voir s'il est possible de soumettre les bois à un traitement qui les préserve.

Le service du matériel du Génie s'est tourné du côté de l'injection, et a expérimenté le traitement du bois de saule par le chlorure de zinc et par la créosote (procédé Weeger).

L'injection au chlorure de zinc, à 10 %, donne difficilement une pénétration à cœur.

L'injection à la créosote n'est complète que lorsqu'elle est pratiquée à chaud, par le procédé du vide et de la pression alternatifs ; mais, dans l'application, il en résulte une augmentation de poids considérable, et le manche peut se déformer sous l'action de la chaleur. Le défaut le plus sérieux de la créosote, c'est que cet antiseptique est caustique et rend le manche glissant, ce qui est inadmissible pour des outils devant être maniés fréquemment.

En outre, on peut évaluer à 0 fr. 20 ou 0 fr. 25 le coût de l'opération, ce qui porterait à 0 fr. 70 ou 0 fr. 75 le prix d'un manche de pelle, au lieu de 0 fr. 50, prix du marché en cours, soit une augmentation de 50 %.

Devant la difficulté de préservation du saule, le commandant Jullien se prononce nettement pour son remplacement par du charme, dont la durée serait beaucoup plus grande. Le prix serait le même, et le seul inconvénient de cette substitution réside dans l'accroissement du poids, qui passe de 660 grammes à 960 grammes, soit environ 45 %.

Il faut, toutefois, remarquer que, de tous les outils portatifs, la pelle est le plus léger. Elle pèse 1kg 63, en moyenne, tandis que la pioche et la hache pèsent respectivement 2kg 3. En substituant le charme au saule, le poids de la pelle passerait à 1kg 93, et la charge de l'homme porteur de cet outil serait encore inférieure de près de 400 grammes à celle de ses voisins.

Il est bien certain, néanmoins, que toute mesure qui aurait pour but d'alléger la charge du sapeur du Génie serait la bienvenue, car la charge actuelle est certainement excessive, étant donné le travail considérable que ce soldat doit fournir en dehors de la marche ; et, à cet égard, il n'est pas inutile de signaler combien il serait opportun de remplacer le fusil, qui pèse 4kg 580 avec la baïonnette, par le mousqueton, dont le poids se réduit à 3kg 525, et qui a déjà été donné aux sapeurs-aérostiers et aux sapeurs-télégraphistes.

G. E.

Procédé pour obturer les fissures d'un cylindre de fonte.

Le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils* a publié récemment une communication présentée par M. Jules Garnier, sur un procédé d'obturation des fissures d'un cylindre en fonte, procédé qui est susceptible d'applications industrielles dans un grand nombre de cas.

M. Garnier a été conduit à cette solution en cherchant à réparer l'enveloppe extérieure des cylindres d'une automobile, qui s'était fissurée considérablement par suite des gelées. Il a utilisé dans ce but la propriété que possèdent les sels de cuivre de laisser précipiter leur cuivre métallique au contact du fer.

Ayant donc démonté les cylindres et les ayant placés au-dessus d'un récipient, il remplit l'enveloppe d'une solution concentrée de sulfate de cuivre ; celle-ci sortit d'abord en abondance par les fissures et s'écoula dans le récipient, où elle était reprise et reversée dans l'enveloppe. L'écoulement du sulfate, bientôt ralenti, devint un simple suintement et, en comprimant l'air au-dessus du liquide, à l'intérieur de l'enveloppe, M. Garnier obtint, au bout d'un jour environ, le colmatage complet des fissures. L'étanchéité de l'enveloppe donna, depuis lors, toute satisfaction.

On pouvait avoir des doutes sur le succès de ce procédé, car si l'atome de cuivre pèse 63,5 et celui du fer 56, par contre, la densité du cuivre est 8,8 et celle du fer 7,7, de sorte que le volume du cuivre précipité aurait dû correspondre à un volume à peu près égal de fer. Il y a, toutefois, un avantage marqué pour le cuivre, d'autant plus que celui-ci, étant précipité, est légèrement spongieux, pendant que le fer de la fonte est bien plus compact.

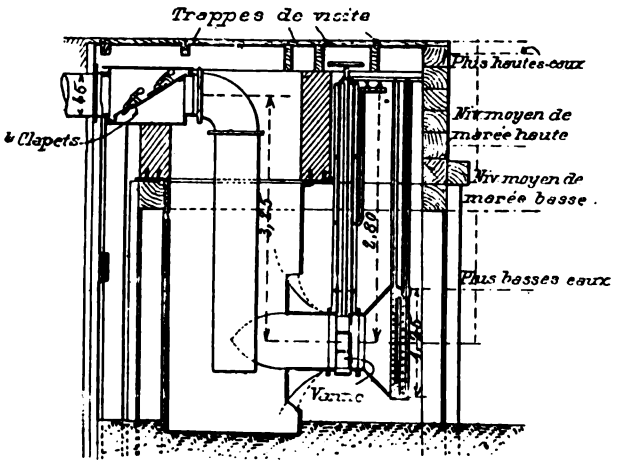
M. Garnier fait observer combien ce procédé, qui a subi l'épreuve de l'expérience, peut rendre de services aux industriels dans les cas pressants ; il est, en tous cas, plus rapide et plus économique que le remplacement de la pièce avariée.

Prise d'eau pour la condensation.

Les figures ci-dessous, empruntées à l'*Engineering Record*, représentent la prise d'eau de condensation de la station centrale de Hampton (États-Unis). Cette station, d'une puissance maximum de 1 700 chevaux, fournit à la fois de la force motrice, de la lumière électrique et de la glace artificielle (1).

La condensation se fait par surface avec de l'eau de mer prise dans la baie, au bord de laquelle se trouve la station.

La prise d'eau consiste essentiellement en une caisse cylindrique en fonte, ouverte à sa partie supérieure, pourvue de deux tubulures d'entrée à sa partie basse et dans laquelle plonge, en siphon, la conduite de prise d'eau (fig. 1). Cette conduite, en fonte, a 0m 45 de diamètre intérieur. Le tout est enfermé à l'abri dans une chambre dont



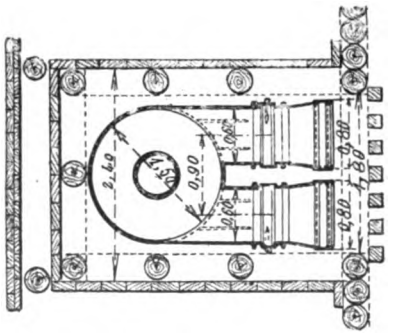


FIG. 1 et 2. — Coupe verticale et plan de la prise d'eau.

les cloisons sont formées d'un bardage de 0m 10 d'épaisseur et qui s'appuie sur des pilotis de 0m 40 de diamètre.

La caisse en fonte a 0m 02 d'épaisseur, son diamètre est de 1m 50. Les deux tubulures d'entrée ont 0m 60 de diamètre. En avant de chacune d'elles sont boulonnées deux pièces moulées en fonte : l'une renferme une vanne destinée à régler l'entrée de l'eau, l'autre supporte des cribles en fil métallique. En face de ces tubulures, la cloison en bois est constituée par des poutres verticales de 0,15 × 0,15, laissant entre elles un espace vide égal à leur largeur.

Chacun des cribles est double et il est monté sur un châssis pouvant glisser dans des rainures formant guidage.

La tige de commande des vannes se déplace dans un tuyau en fonte clos, muni d'une conduite branchée à la fois sur la canalisation d'eau de la ville et sur la conduite d'alimentation des chaudières. Cette disposition, grâce à la pression, permet de faire les chasses très actives qui sont nécessaires au décrassage des cribles.

En marche normale, l'eau arrive par une seule des tubulures ; on a ainsi tout le temps nécessaire pour faire le nettoyage ou les réparations du crible correspondant à l'autre.

La surface totale des vides de chaque crible équivaut environ trois fois la section du conduit de prise d'eau. Au commencement de la partie cylindrique de celui-ci se trouvent des clapets de retenue, logés dans une boîte en fonte et présentant une section totale de passage supérieure d'un quart à la section du conduit de prise d'eau.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 21, p. 336.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 14 septembre 1903.

M. A. Berthier adresse une Note intitulée : *Transformation actino-électrique, pour la transformation de l'énergie lumineuse en énergie électrique.*

Chimie minérale. — *Action d'une trace d'eau sur la décomposition des hydrures alcalins par l'acétylène.* Note de M. Henri Moissan.

En étudiant l'action de l'acide carbonique sur les hydrures alcalins, M. Moissan a démontré que, si cet acide carbonique est séché avec un très grand soin, il ne réagit pas à la température ordinaire sur les hydrures, et que, au contraire, s'il renferme une petite quantité de vapeur d'eau correspondant à la tension de la glace à — 75 degrés, la combinaison se fait instantanément avec production d'un formiate. Il a étendu ces recherches à une autre réaction, celle de l'acétylène sur les hydrures alcalins.

En effet, à la température ordinaire, sous pression réduite, le gaz acétylène réagit sur les hydrures avec dégagement d'hydrogène et formation d'acétylure acétylénique :

$$2KH + 2C^2H^2 = C^2K^2, C^2H^2 + H^2.$$

Si l'on fait arriver le gaz acétylène sur l'hydrure de potassium ou l'hydrure de sodium à la pression ordinaire, la réaction est assez violente ; en même temps qu'il se dégage de l'hydrogène, la surface de l'hydrure devient noire et, parfois même, il se produit une légère incandescence.

Le gaz acétylène employé dans l'expérience précédente avait été desséché simplement au moyen d'un tube en U rempli de fragments de potasse. Au contraire, s'il est parfaitement desséché, par les procédés minutieux qu'indique l'auteur, le résultat de l'expérience est tout autre. En renfermant, dans un tube scellé, l'hydrure et l'acétylène sec, aucune réaction n'a lieu entre — 80 degrés et + 42 degrés.

Mais on peut disposer, au préalable, dans ce tube de verre, une petite ampoule contenant quelques milligrammes d'eau et un peu de mercure qui n'agira que par son poids. L'ampoule restant fermée, on vérifie une fois de plus que l'acétylène sec n'a pas d'action sur l'hydrure de potassium. Puis on refroidit l'extrémité inférieure du tube à — 60 degrés et on brise l'ampoule ; le tube se réchauffe lentement et, une ou deux minutes plus tard, une réaction vive se produit en un point de l'hydrure avec mise en liberté de carbone, puis la décomposition se propage rapidement et s'étend à toute la surface du corps solide.

L'auteur indique plusieurs variantes de cette expérience et les particularités qu'on y rencontre.

Ces nouvelles expériences, comparables à celles que M. Moissan a décrites à propos de la synthèse des formiates au moyen de l'acide carbonique et des hydrures, montrent combien l'influence d'une trace d'eau peut changer les conditions d'une réaction.

L'auteur attribue cette influence, dans le cas présent, au dégagement de chaleur, qui, amorcé en un seul point, échauffe l'hydrure à + 42 degrés, et détermine une combinaison totale.

Spectroscopie. — *Simplicité des spectres de la lumière cathodique dans les gaz azotés et carbonés.* Note de M. H. Deslandres.

La lumière cathodique est la lumière spéciale qui entoure, ainsi qu'une gaine, le pôle négatif, dans l'illumination électrique des gaz raréfiés ; elle se distingue, par la couleur et le spectre, des autres parties de l'étincelle qui forment la lumière dite *du pôle positif*. Aux pressions très basses, la gaine cathodique envahit le tube à vide tout entier ; à son contact, le verre devient phosphorescent, et c'est alors que les rayons spéciaux, issus de la cathode, dits *rayons cathodiques*, donnent une tache brillante sur le verre, et illuminent faiblement le gaz sur leur passage, la couleur et le spectre étant à peu près les mêmes qu'avec la gaine cathodique aux pressions plus hautes.

La lumière cathodique est intéressante comme due à l'action des rayons cathodiques sur le gaz, et aussi comme étant la seule lumière connue des gaz aux très basses pressions. A ce point de vue, elle doit fixer l'attention des astronomes qui rencontrent des gaz très raréfiés dans l'atmosphère du soleil, les comètes et les nébuleuses.

L'auteur, après avoir relevé antérieurement le spectre cathodique dans l'air et l'azote, a fait la même recherche sur les gaz carbonés (oxyde de carbone, acide carbonique, acétylène pur), qui ont été illuminés dans des tubes spectraux, à partie capillaire et à électrodes d'aluminium, fermés par une lame de quartz. Les épreuves obtenues sont celles des spectres juxtaposés de la partie capillaire et de la gaine négative (à la pression de 3 millimètres), ou celles des spectres de la partie capillaire, l'un obtenu à la pression de 3 millimètres, l'autre à la pression de 0mm 05.

Jusqu'à la région $\lambda = 300$, la lumière cathodique offre à peu près le même spectre que la lumière positive ; dans la seconde moitié du spectre ultraviolet, jusqu'à $\lambda = 200$, elle présente un spectre de bandes spécial, qui s'ajoute aux cinq spectres de bandes du carbone déjà connus. Ce nouveau spectre est surtout intense avec les composés oxygénés.

M. Deslandres expose ses remarques sur le groupement et les intervalles des bandes, qui obéissent à des lois bien définies. Le spectre nouveau du pôle négatif est formé d'une répétition de bandes simples, tandis que les cinq autres spectres, du pôle positif, sont formés par la répétition de doublets ou de groupements plus complexes.

L'azote présente, de même, un spectre du pôle négatif à bandes simples, et trois spectres de bandes positifs constitués par des triplets et combinaisons d'ordre plus élevé encore.

On peut penser que cette simplicité de la lumière cathodique se retrouve aussi dans les autres gaz.

M. Deslandres propose une hypothèse qui pourrait expliquer *a priori* ce phénomène.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Ligne métropolitaine nord-sud, à Berlin. — M. Feldmann expose, dans le *Zentralblatt der Bauverwaltung*, du 12 septembre, l'utilité d'un raccordement direct entre les gares d'Anhalt et de Stettin, à Berlin, qui permettrait d'organiser un service rapide de trains et de faire communiquer les faubourgs et les communes de la banlieue nord et de la banlieue sud, en déchargeant les lignes métropolitaines existantes.

Ce tronçon de voie ferrée n'aurait que 3500 mètres de longueur, mais son exécution présente des difficultés particulières, car il serait situé en plein centre de Berlin. L'auteur prévoit que quatre voies seraient indispensables, et que la manière la plus pratique d'opérer serait de les placer en viaduc, soit sur un même plan, soit superposées deux à deux, suivant les cas, et de donner à ce viaduc métallique la hauteur nécessaire pour passer par dessus les maisons. Les expropriations seraient ainsi à peu près réduites aux emplacements des piliers.

Le tracé proposé par M. Feldmann est presque entièrement en ligne droite, sauf à l'arrivée en gare d'Anhalt ; il coupe, à angle droit, les principales rues qu'il rencontre, et notamment la promenade des Tilleuls, ce qui réduit les portées au minimum.

Le lancement du viaduc pourrait être fait, pour les sections en alignement droit, par un avancement progressif des travées continues, montées sur une plate-forme placée dans l'axe du tracé, et ajoutées successivement à la partie déjà construite. Chaque pilier serait muni de rouleaux actionnés par un dispositif d'avancement, de façon à faciliter la progression de cette masse considérable.

ÉLECTRICITÉ

Nouveau type de transformateur. — L'*Elektrotechnische Zeitschrift* décrit, dans son numéro du 10 septembre, un nouveau type de transformateur polyphasé, établi par la Société berlinoise de construction de machines. Dans les transformateurs triphasés ordinaires, les trois noyaux se trouvent dans un même plan, ou bien aux sommets d'un triangle équilatéral. Dans le nouvel appareil, ils sont dans le prolongement l'un de l'autre, les avantages suivants étant revendiqués pour cette construction :

Simplicité de construction, les transformateurs mono-, di- et triphasés étant formés des mêmes éléments, ce qui unifie l'outillage pour découper les tôles et enrouler les sections ;

Obtention des avantages qui résultent ordinairement de l'emploi de plusieurs transformateurs monophasés, pour constituer un transformateur polyphasé, tout en n'employant qu'un poids de fer moindre et en réduisant la perte dans le fer.

Augmentation des surfaces refroidissantes, et meilleure répartition des températures ; d'où possibilité d'augmenter la densité de courant, et, par suite, la puissance spécifique ;

Meilleure régulation, en raison d'une dispersion moindre ;

Diminution de l'espace occupé en plan par les appareils.

L'auteur cite, comme exemple de cette construction, un transformateur à huile, de 25 kilowatts à 50 périodes, pour $^{2200}/_{210}$ volts, qui pèse, en tout, 345 kilogr., dont 59 kilogr. de cuivre et 116kg5 de fer.

Le calcul des feeders pour la traction par courant continu. — M. A. Del Mar publie un long exposé général de la question, dans l'*Electrical World*, du 29 août. Il examine successivement les cas suivants : 1° courant uniforme, et section de feeder uniforme ; 2° courant décroissant uniformément depuis l'usine jusqu'à l'extrémité de la ligne, et section de feeder uniforme ; 3° courant et section décroissant uniformément depuis l'usine ; 4° courant décroissant uniformément depuis l'usine, avec chute de tension donnée à l'extrémité de la ligne.

L'auteur examine, dans ce dernier cas, quelles sont les sections qui correspondent à la meilleure utilisation du métal, et trouve que la section doit décroître suivant une loi parabolique. En comparant ensuite la perte en watts dans les deux derniers cas, il trouve que dans le quatrième cas, pour la même chute de tension, la perte d'énergie est 1,2 fois celle du troisième cas.

Cette section, progressivement décroissante, n'étant pas réalisable dans la pratique, l'auteur étudie ensuite les feeders à sections décroissantes par échelons ; puis, il examine, d'après la loi de Kelvin ou des graphiques correspondants, quelle est la section la plus économique. Il montre que la courbe de dépense totale annuelle en fonction des chutes de tension est très aplatie au voisinage du minimum, et que, par suite, une petite erreur sur la section n'a guère d'importance.

Il examine, finalement, l'influence des jonctions aux éclissages.

Usine électrique sud-africaine. — L'*Electrical Review* (Londres), du 10 juillet, décrit une usine située près de Brakpan, à 35 kilom. de Johannesbourg (Afrique anglaise), et construite en vue de fournir l'énergie à des mines et à des villes avoisinantes.

L'usine est alimentée par des charbons du Transvaal, venant par voie ferrée. Elle comprend actuellement 4 machines verticales à triple expansion, de 1 000 chevaux, actionnant des alternateurs triphasés de 800 kilowatts, à 800 volts, 50 périodes ; 16 transformateurs de 200 kilowatts élèvent la tension à 12 000 volts.

La ligne a 45 kilom. de longueur ; elle est posée sur poteaux en acier de 8m 50 de hauteur, à 27 mètres l'un de l'autre. Chaque mine a un poste de transformation spécial, où la tension est réduite à 120 volts pour l'éclairage et 250 ou 500 volts pour la force motrice.

La ville de Johannesbourg absorbe 800 kilowatts sous la tension de 2 000 volts, qui est fournie par 8 transformateurs triphasés de 100 kilowatts. La tension est maintenue constante, à 2 °/₀ près, à l'aide de régulateurs automatiques. Elle est réduite à 120 volts par des transformateurs montés dans des kiosques.

CONSTRUCTIONS CIVILES

Bâtiment de seize étages en béton armé, à Cincinnati (États-Unis). — L'*Engineering News*, du 30 juillet, contient une description détaillée d'une construction de seize étages, dont la hauteur est de 64 mètres, édifiée à Cincinnati (Ohio). Il en signale les particularités intéressantes : les plaques d'assise en fonte des colonnes en béton armé, les poutres qui soutiennent les planchers et entretoisent les colonnes, la décoration architecturale. De nombreuses figures montrent la composition des divers éléments de la construction, leur mode de liaison, la disposition des barres d'acier qui composent l'armature des colonnes, des murs,

Digitized by Google

des planchers, des escaliers, la disposition des ascenseurs, l'installation des chantiers pour la construction du bâtiment, le moulage des colonnes et des murs, la mise en place des fers pour l'armature des planchers.

Enfin, des coupes verticales et horizontales donnent la distribution du bâtiment, dont le rez-de-chaussée est destiné aux bureaux de la Compagnie du C. C. C. and Saint-Louis Railway, le premier étage à une banque, et le seizième étage aux bureaux du télégraphe.

HYDRAULIQUE

La nouvelle alimentation d'eau de Jersey-City. — L'*Engineering Record*, du 8 août, publie une étude très détaillée sur la nouvelle distribution d'eau de Jersey-City, et notamment sur la construction du barrage de Boonton. Cet ouvrage, qui doit être mis en service avant la fin de l'année, est destiné à la création d'un réservoir de 36 hectares environ de superficie, d'une profondeur moyenne de 7m 50 (25 pieds), avec un maximum de 33 mètres (100 pieds), et dans lequel l'eau emmagasinée, suffisante pour une consommation de 146 jours, en comptant sur un apport des mois d'été, sera purifiée par décantation naturelle.

Sur les 950 mètres de longueur du barrage, 650 mètres environ sont en maçonnerie de moellons, formant un cube de 190 000 mètres La construction s'appuie sur la couche d'argile imperméable formant le fond du réservoir, et se termine, à chaque extrémité, par des digues en terre avec revêtements en béton de 1m 40 d'épaisseur. A 85 mètres environ de l'extrémité sud de la partie maçonnée, sont établies les vannes de prise d'eau, et vers le milieu, sur l'un des bords du ruisseau de la vallée, on a installé deux tuyaux en acier de 1m 20 de diamètre, munis de vannes pour vider le réservoir et évacuer le trop-plein des eaux, principalement durant les travaux du barrage. Un déversoir de 90 mètres de longueur, dont la crête se trouve à 1m 50 au-dessous du couronnement du barrage, est établi vers l'extrémité nord.

Les fondations descendent parfois jusqu'à 6 mètres dans le rocher. L'épaisseur au couronnement est de 5m 15, et environ 23 mètres à sa profondeur maximum. La face d'amont est verticale, sur une hauteur de 16m 80, à partir du couronnement, puis elle s'incline sous un fruit de $^1/_{20}$. La face d'aval a un fruit de $^{56}/_{100}$ jusqu'à environ 6m 70 du couronnement, puis suit une courbe. La pression sur les fondations est de 9ks 600 environ par centimètre carré, le réservoir supposé vide, et la pression latérale, au pied du barrage, est de 8ks 600 par centimètre carré, le réservoir étant plein.

Les prises d'eau ne se font qu'à cinq niveaux différents.

Le rendement des roues tangentielles. — L'*Electrical World*, du 29 août, publie un extrait d'un mémoire de M. G. G. Henry, au sujet du rendement des turbines d'impulsion, dont la roue Pelton est le type.

Les conditions qui réduisent au minimum les pertes sont : l'emploi d'augets dont la surface d'entrée est tangente au jet, et la surface de sortie à 180 degrés, disposés de façon que la décharge échappe le précédent auget ; l'emploi d'augets lisses permettant la sortie facile de l'eau ; la réalisation d'un jet uniforme, dépendant en grande partie de la section de la cloison des augets ; la réduction des frottements contre les surfaces et contre l'air.

L'auteur publie une série de photographies instantanées, qui montrent diverses particularités du fonctionnement. Il donne quelques détails sur la corrosion des augets, qui résulte, d'après lui, non seulement de l'action du sable entraîné, mais encore d'une action chimique, due au dégagement de l'oxygène retenu dans l'eau comprimée. Il insiste sur l'importance de la peinture des augets, qui, dans ces conditions, durent indéfiniment.

MÉCANIQUE

Station centrale actionnée par des turbines Curtis. — L'*Iron Age*, du 18 juin, décrit une application des turbines Curtis à la production de la force de la station centrale construite actuellement par la Commonwealth Electric Co, de Chicago.

L'usine est prévue pour 14 unités turbo-génératrices, chacune d'une puissance de 5 000 kilowatts ; mais on n'en construit actuellement que quatre.

Une unité turbo-génératrice a 9 mètres environ de hauteur au-dessus du sol et un diamètre de 9m 40 environ.

A chaque unité motrice doit correspondre un groupe de 8 générateurs Babcock et Wilcox, de 465 mètres carrés de surface de chauffe, pourvus de surchauffeurs et de chargeurs mécaniques. Chaque groupe de générateurs sera relié avec l'unité motrice correspondante par un collecteur de vapeur qui peut être mis en communication avec le collecteur voisin, de façon à pouvoir y délivrer toute sa vapeur en cas d'accident. On construira une cheminée pour deux groupes de générateurs.

La circulation de l'eau aux condenseurs se fait par une dérivation de la rivière voisine.

Après avoir décrit ce matériel, et donné quelques renseignements sur la partie architecturale de l'installation, l'auteur indique brièvement quelques-unes des dispositions des turbines Curtis, le mode d'action de la vapeur dans les différentes conditions de son emploi, et leur régulation.

Pour le modèle employé dans cette installation, la variation du rendement des turbines entre la demi-charge et une surcharge de 50 °/₀ n'excèdera probablement pas 3 °/₀.

On estime que le remplacement, par de telles turbines, des machines de la station de force de la Manhattan Railway Co, de New-York, serait payé par l'économie d'exploitation pendant trois ans.

L'auteur termine par quelques détails sur la partie électrique des turbo-générateurs, l'excitation et le tableau.

Les génératrices sont à champ tournant extérieur et font 500 tours par minute. Le courant triphasé fourni est à 9 000 volts. L'élévation de température ne doit pas dépasser 35 degrés.

Paliers à billes pour dynamos. — Si l'on rassemble, sur un même diagramme, les pertes d'énergie de toutes sortes qui se produisent dans une dynamo, en fonction des vitesses de rotation, on constate que la perte par frottement sur les coussinets croît un peu plus rapidement que suivant une fonction linéaire, et ceci à toutes les puissances, alors que, pour une puissance donnée, les autres pertes diminuent ou restent constantes quand la vitesse augmente. Il s'ensuit, aux grandes vitesses, une diminution notable du rendement.

M. Fischbein montre, dans les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, du 15 septembre, comment on a remédié à cet inconvénient, par l'emploi de paliers à billes, dans certains modèles récents de dynamos.

Il juxtapose, dans un premier graphique, les courbes de consommation et de rendement d'un même moteur, muni ou non de coussinets à billes ; dans un second, les courbes d'économie en fonction des charges, pour trois moteurs de différentes puissances. Cette économie est d'autant plus importante que le moteur est de plus faible puissance.

L'auteur, après avoir cité les résultats de plusieurs essais de consommation, termine en donnant divers exemples de construction de moteurs munis de paliers à billes.

MÉTALLURGIE

Les ressorts et l'acier à ressorts. — Une communication intéressante a été faite à la Société américaine pour l'essai des matériaux par M. William Metcalf, de Pittsburg (Pennsylvanie), sur les ressorts et l'acier employé dans leur fabrication. Elle se trouve reproduite dans l'*Engineering News*, du 30 juillet. Il y a quelque trente ans, avant l'introduction de l'acier Bessemer et de l'acier sur sole, la plus grande confusion régnait dans la construction des ressorts ; il en résulta un nombre infini de modèles, de formes extraordinaires, car on ne demandait au constructeur que de satisfaire aux conditions d'emplacement occupé et de charge imposées.

Quand les aciers Bessemer et les aciers sur sole apparurent, il devint évident qu'ils allaient remplacer, à cause de leur bon marché, les aciers au creuset. Mais l'admission de ces aciers produisit des ressorts qui se brisaient fréquemment, sans qu'on arrivât, par les essais de fabrication, à définir les conditions d'établissement de ressorts irréprochables.

On fut amené, pour ne pas revenir aux anciens ressorts, à établir les conditions à remplir : la première était relative à la composition de l'acier, et c'est de là que sortit la célèbre spécification de l'acier type pour ressorts, établie par la Pennsylvania Railroad. Cette même Compagnie donna ensuite le premier type de ressorts enroulés. Les premiers calculs aboutirent à l'établissement de pièces trop fortes de 33 °/₀, mais les essais de ces ressorts montrèrent des déformations en désaccord avec les formules du calcul d'établissement.

Pour les ressorts enroulés, l'opération du durcissement et de la trempe du ressort est facile quand la température est en rapport avec la teneur en carbone de l'acier. Autrefois, les aciers devaient contenir de 0,90 à 1,30 °/₀ de carbone, mais, aujourd'hui, on emploie les aciers depuis 0,70 jusqu'aux plus hautes teneurs en carbone, et les résultats sont excellents, à condition de bien employer les matières.

Les aciers de 0,70 à 0,90 doivent constituer les barres d'au moins 1 pouce de diamètre (0m 025) ; celles de 1 pouce à 0,75 pouce (de 0m 025 à 0m 020) doivent être en acier de 0,90 à 1,10 ; celles de 0,75 à 0,50 pouce (0m 020 à 0m 012) doivent être en acier de 1,10 à 1,20 et 1,30 ; tandis que les barres au-dessous de 0,50 pouce (0m 012) sont constituées par des aciers jusqu'à 1,45 de carbone.

MINES

Consolidation des anciennes carrières. — La consolidation des anciennes carrières, sous le tracé des lignes métropolitaines dans l'enceinte de Paris, dont il a déjà été parlé sommairement dans le *Génie Civil* (1) est étudiée, en détail, dans les *Annales des Mines*, de juin, par MM. Wickersheimer, Ingénieur en chef des Mines, et Weiss, Ingénieur des Mines.

Après quelques mots rapides sur la géologie du sous-sol parisien, les auteurs examinent les deux niveaux géologiques où l'on rencontre d'anciennes exploitations, le calcaire grossier qui forme un massif compact dans le sud de Paris et qui a été exploité, en grande partie, pour l'extraction de la pierre à bâtir ; le gypse, qui comprend trois étages, s'étendant au nord et au nord-est dans les XVIIIe XIXe et XXe arrondissements.

Ils passent ensuite en revue les travaux de consolidation nécessités par l'exécution des lignes métropolitaines. La première n'a été l'objet que de travaux peu importants, sous l'embranchement de la place de l'Étoile à la place du Trocadéro, qui ont occasionné une dépense d'environ 52 000 francs. Par contre, la ligne circulaire Sud n° 2, traversant la zone des carrières, sur le tiers environ de son étendue, a dû être précédée de travaux de consolidation systématiques dont l'importance a dépassé celle de tous les travaux analogues exécutés jusqu'à présent. Le court délai dont on disposait pour l'achèvement des travaux (douze mois au maximum) compliquait encore la question.

Les auteurs indiquent, en détail, les types applicables à l'exécution des travaux courants : la consolidation du souterrain normal et la consolidation des gares. Lorsqu'ils ont eu à consolider des ouvrages spéciaux, tels que bifurcations ou passages de la voie en souterrain à la voie en viaduc, ils ont adopté des dispositions qui se déduisaient immédiatement de celles prévues pour les ouvrages courants. De plus, ils ont eu à envisager deux cas bien distincts, suivant que le ciel de la carrière était en bon état ou effondré et disloqué. Dans le premier cas, la consolidation pouvait se faire par des piliers de maçonnerie soutenant le ciel de carrière au droit des ouvrages projetés. Dans le deuxième cas, les procédés de consolidation variaient suivant la nature des accidents rencontrés.

Au cours des travaux, on a exécuté environ 70 000 mètres cubes de fouilles de puits ou de fouilles souterraines, 2 500 mètres de tranches de masse, 7 000 mètres cubes de bourrages et près de 45 000 mètres cubes de maçonnerie ; on a employé environ 1 400 mètres cubes de chêne, 1 200 mètres cubes de sapin, 21 000 mètres carrés de voliges et 37 000 mètres linéaires de madriers. Le nombre d'ouvriers occupés, en moyenne, a été d'environ cinq cents par journée de travail. La dépense s'est élevée à environ 1 858 000 francs.

Par mètre cube de maçonnerie mise en place (meulière et béton compris), le prix de revient total comprenant les travaux de toute nature, déblais, roulage, soutènement, etc., a été de 41 fr. 20.

NAVIGATION

Les conditions hydrologiques de la Vistule, entre Cracovie et Niepolomice. — M. J. Matula expose, dans l'*Oesterreichische Wochenschrift*, des 29 août, 5 et 12 septembre, les conditions de navigabilité de la Vistule, dans la partie de son cours, longue de 25 kilom., qui est comprise entre Cracovie et Niepolomice.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLII, n° 23, p. 368.

Digitized by Google

De nombreux tableaux, extraits des statistiques officielles, reproduisent les niveaux des hautes et basses eaux, les tirants d'eau moyens, à diverses époques, depuis 1891, les périodes de navigation et le trafic enregistré dans l'année 1900.

L'auteur compare ces conditions hydrologiques à celles d'autres rivières d'importance analogue, qui ont été l'objet de travaux de régularisation, et étudie, en prenant pour exemple la section Cracovie-Niepolomice, quelles seraient les méthodes de correction les plus avantageuses, le tirant d'eau et la largeur au plafond nécessaires au passage des vapeurs, enfin, quel tonnage pourraient avoir les bateaux circulant sur la Vistule, en dotant ce fleuve des ouvrages de régularisation les plus complets (digues, épis, etc.). Il termine en estimant sommairement, d'après les travaux antérieurs, la dépense d'établissement de ces ouvrages.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Construction et emploi des types récents de moteurs Diesel. — M. Rudolf Diesel fait ressortir, dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 19 septembre, les récents progrès accomplis dans l'utilisation de la chaleur dégagée à l'intérieur des machines thermiques, et compare les prix de revient du cheval-heure dans les moteurs à explosion, en examinant séparément ceux qui sont alimentés au pétrole, à la benzine, à l'alcool, et dans le moteur Diesel.

Il passe en revue les modèles récents de ce moteur, établis en Amérique, en Suède, en Russie, en Roumanie, etc., et qui présentent entre eux de nombreuses variantes.

Il cite également une des stations de pompes qui doivent assurer l'écoulement du pétrole dans une conduite reliant Bakou à Batoum. Ces pompes sont actionnées par des moteurs de 150 chevaux, tournant à 160 tours.

L'auteur examine, enfin, quel est le combustible le plus avantageux pour le moteur Diesel, et groupe dans un tableau les prix des combustibles et la dépense par cheval-heure, pour les produits d'un usage courant.

Ce sont, en Allemagne, des huiles de paraffine ou de goudron; en France, l'huile de schiste; en Angleterre et autres pays du nord, des huiles du Texas; en Russie et aux États-Unis, des huiles de pétrole, etc.

Le prix de revient du cheval-heure varierait de 0,4 pfennig (États-Unis) à 4 pfennigs (France).

On a également essayé, en France, l'emploi des huiles d'arachides, en vue de donner un débouché commercial aux colonies de la région du Sénégal.

Emploi du gaz à l'eau dans les usines à gaz d'éclairage. — Certaines usines à gaz d'éclairage, au lieu d'agrandir leur installation pour satisfaire au développement de la consommation, préfèrent combiner l'emploi du gaz de houille avec celui du gaz à l'eau carburé, dont la préparation peut se faire dans un atelier restreint, et qui utilise avantageusement une partie du coke, quand les débouchés commerciaux de ce produit sont insuffisants.

M. Frantz Walter décrit cette fabrication, dans la *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur-Vereines*, du 11 septembre, et s'étend sur l'application qui en est faite à l'usine à gaz de Reichenberg (Bohême). Le gaz d'éclairage est ici mélangé de 30 °/₀ de gaz à l'eau carburé.

L'atelier comporte un gazogène, un réchauffeur, un carburateur, un laveur et un réfrigérant, une salle d'épurateurs, un gazomètre, un compteur, un laboratoire photométrique, et deux moteurs à vapeur actionnant les diverses pompes et ventilateurs.

L'auteur fait ressortir les précautions employées dans le détail des manipulations, et les résultats favorables qu'on a obtenus en choisissant ce système de fabrication mixte.

TÉLÉGRAPHIE

Compensation de la capacité dans les câbles téléphoniques et télégraphiques. — M. C. E. Walsoe publie, dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, du 10 septembre, une étude sur l'emploi d'un enroulement en fer pour augmenter la self-induction et, par suite, compenser la capacité dans les câbles. L'emploi de bandes de fer, formant une hélice ouverte, a donné des résultats insuffisants; mais on arrive à réduire beaucoup la reluctance par l'emploi de fils de fer fins, de grande perméabilité, enroulés sur le cuivre.

L'auteur cite, comme exemples, les câbles de Laaland à Fehmarn (19^{km} 3) et de Helsingör à Helsingbor (5^{km} 3), formés chacun de quatre conducteurs entourés de fil de fer de 0^{mm} 2 ou 0^{mm} 3, et qui ont donné une transmission notablement améliorée.

Ce système présente, sur l'emploi de bobines de self en série, l'avantage de ne pas augmenter la résistance ohmique, et de répartir uniformément la self-induction.

L'auteur calcule la self-induction du premier câble, qu'il trouve égale à 0,002 par kilomètre, alors que les mesures ont donné 0,0025. Il montre ensuite que le rapport de la capacité à la self-induction (rapport qu'il s'agit d'obtenir aussi faible que possible) diminue de moins en moins lorsque la self-induction croît, de sorte qu'on arrive bientôt à une limite. Il en conclut qu'il faut encore chercher un autre moyen, si l'on veut arriver à la compensation exacte.

TRAMWAYS

Tramways urbains et interurbains de Shenectady. — L'*Electrical Review*, du 29 août, contient la description de ce réseau, qui s'étend au nord jusqu'à Ballston Spa, au sud jusqu'à Albany et à Troy. Le système urbain présente des conditions d'exploitation particulières, car il doit, à certaines heures, assurer le transport rapide du personnel de deux grandes usines, soit 3 000 voyageurs environ. Des services directs sont établis entre les usines et les localités voisines, aux heures d'entrée et de sortie.

L'ensemble du réseau est desservi par trolley. La force motrice est fournie, partie par l'usine hydraulique de l'Hudson River, partie par l'usine de la General Electric C^{e}. Les courants alternatifs triphasés sont transformés en courant continu dans des sous-stations situées à Dock Street, Troy, Albany et Ballston.

DIVERS

Nouvelle méthode pour la description des machines. — M. Ch. H. Fitch expose, dans *Machinery*, de septembre, une méthode qu'il a imaginée pour décrire une machine plus complètement qu'on ne le fait habituellement sans l'aide des dessins d'exécution.

A cet effet, il note la position des divers organes par rapport à trois plans, en accompagnant les cotes de lettres conventionnelles destinées à préciser l'emplacement de la pièce. L'auteur donne, comme exemple d'application, la description d'une machine à percer et à mortaiser.

Il revendique, en faveur de sa méthode, les avantages suivants :

Les notes, ainsi recueillies sur une machine, tiennent peu de place, alors que les dessins d'exécution correspondants seraient volumineux et encombrants. Elles ont un caractère personnel, et constituent une sorte de sténographie que peu de personnes peuvent déchiffrer. On peut, en très peu de temps, d'après des dessins d'exécution, prendre toutes les notes nécessaires pour les reproduire. Ces notes peuvent servir au dessinateur comme moyen de vérification. Enfin, en comparant diverses études ou des séries de machines, elles apportent un élément de clarté, et peuvent indiquer quelles sont les parties qu'il faut construire interchangeables.

Préparations microscopiques. — Dans l'*Engineering and Mining*, du 5 septembre, M. Geo. L. Mackensie expose la méthode qu'il emploie pour obtenir rapidement les échantillons de roches en vue de l'observation au microscope. Il emploie, pour le polissage des surfaces à étudier, deux frottoirs garnis de carborundum de grain différent pour le polissage préparatoire et pour le finissage. L'échantillon est collé sur un morceau de verre de 5 à 6 millimètres d'épaisseur, au moyen d'une solution de baume du Canada dans l'essence de térébenthine, qui donne un ciment parfait. Quand une des faces est bien préparée, l'échantillon est détaché en le chauffant légèrement pour ramollir le ciment, et il est fixé par le côté déjà préparé, sur la feuille de verre porte-objet du microscope. On peut alors préparer la face opposée en la polissant comme la précédente. L'auteur indique les précautions à prendre pour préparer, sans les briser, des échantillons aussi minces que l'on désire, et pour éviter la production de bulles dans le ciment, qui gênent beaucoup l'observation microscopique.

Ouvrages récemment parus.

Traité pratique des installations d'éclairage électrique, adapté de l'ouvrage allemand de MM. Herzog et Feldmann, par M. Boy de la Tour. — Un volume grand in-8° de 550 pages, avec 432 figures. — Béranger, éditeur, Paris, 1903. — Prix : cartonné, 25 francs.

Ce volume est consacré à l'étude de la distribution de l'éclairage électrique, et aux renseignements pratiques sur le montage et le prix des installations. Aussi, M. Boy de la Tour a cru devoir modifier certaines parties qui concernaient l'industrie étrangère, et les remplacer par des descriptions plus utiles aux lecteurs français.

Après l'étude des sources de lumière électrique (photométrie, fabrication, durée et rendement des lampes, etc.), les auteurs envisagent l'éclairement des surfaces et les combinaisons adoptées pour le rendre à peu près uniforme.

Ils décrivent ensuite les canalisations, soit intérieures, soit extérieures, aériennes ou souterraines; les systèmes de distribution à courants continus et alternatifs; les appareils de réglage, d'interruption et de mesure du courant; les supports d'appareils d'éclairage.

L'ouvrage se termine par un examen détaillé des conditions d'installation d'un service d'éclairage: choix des moteurs, emplacement de l'usine, prix de revient de chaque partie de l'installation, description de quelques grandes usines créées récemment.

Les Lampes électriques à incandescence et leur appareillage, par E. Sartiaux. — Une brochure in-8° de 60 pages, avec 63 figures. — Félix Baranger, éditeur, Paris, 1903.

Cette brochure reproduit une conférence faite, au Conservatoire des Arts et Métiers, par M. Sartiaux, chef des services électriques des Chemins de fer du Nord.

L'auteur passe rapidement en revue les anciens modes d'éclairage, les canalisations électriques, les compteurs, les interrupteurs pour lampes, les lampes à incandescence et leurs supports; la fabrication et l'étalonnage de ces lampes; les types de création récente (Nernst, etc.); enfin, la comparaison de la durée, du prix d'achat et de la dépense de courant qui permet de combiner l'utilisation la plus économique d'une installation d'éclairage.

Annuaire du Ministère des Travaux publics, pour l'année 1903. — Un volume in-8° de 850 pages. — Bernard, éditeur, Paris, 1903. — Prix : 10 francs.

Cet Annuaire contient, comme d'habitude, la nomenclature des Services du ministère : Administration centrale, Conseils des Ponts et Chaussées et des Mines, École des Ponts et Chaussées et des Mines, Services ordinaires dans les départements, Services spéciaux (rivières, canaux, service maritime, chemins de fer); puis, les tableaux d'ancienneté et la liste générale alphabétique des fonctionnaires.

Die Assanierung von Zürich, par M. Th. Weyl. — Une brochure grand in-8° de 120 pages, avec 41 figures et 10 planches hors texte. — Engelmann, éditeur, Leipzig, 1903. — Prix : broché, 10 marks.

Les installations hydrauliques et hygiéniques de la ville de Zürich font l'objet de cette monographie, qui a déjà été précédée de notices analogues sur Paris et Vienne (1).

L'alimentation en eau potable et en eau industrielle, les qualités de ces eaux, leur filtration, les machines élévatoires et la canalisation, les dépenses engagées dans ce service et les prix de vente, enfin, une étude chimique et bactériologique de l'eau potable de Zürich, font l'objet du premier chapitre. Puis vient l'étude du réseau d'égouts et des procédés d'évacuation des déchets de toutes sortes.

La santé publique, le contrôle de l'hygiène générale, la police sanitaire des établissements, le laboratoire municipal, les cimetières et la crémation sont examinés en détail dans la dernière partie de l'ouvrage.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 1, p. 16, et n° 25, p. 412.

Le Gérant : H. Avoiron.

Imprimerie Chaix, rue Bergère, 20, Paris.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 23. N° 1112. Samedi 3 Octobre 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Constructions navales** : Le paquebot *Kaiser Wilhelm II (planche XXIII)*, p. 353; J. Bousquet. — **Constructions civiles** : La prévention des accidents dans les travaux du bâtiment, p. 359; Paul Razous. — **Physique industrielle** : La radioscopie stéréoscopique, p. 362. — **Jurisprudence** : Les clauses attributives de juridiction sur les factures, p. 364; Louis Rachou. — **Variétés** : Volatilisation des chlorures métalliques, p. 364; — Presse à fabriquer les écrous, système Burdict, p. 365; — Moteur à pétrole Mietz et Weiss, pour machines marines, p. 365.

Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (21 septembre 1903), p. 366.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 366; — Ouvrages récemment parus, p. 368.

Planche XXIII : Le paquebot *Kaiser Wilhelm II*, du Norddeutscher Lloyd.

CONSTRUCTIONS NAVALES

LE PAQUEBOT « KAISER WILHELM II »

(Planche XXIII.)

Le *Génie Civil* a déjà donné quelques détails, notamment à l'occasion de son lancement (1), sur ce paquebot, récemment mis en service par le Norddeutscher Lloyd, sur la ligne de Brême à New-York, et qui est le plus grand et le plus rapide des bâtiments actuellement à flot.

Nous allons, aujourd'hui, nous occuper tout spécialement de sa construction et de ses échantillons de matériaux, de sa disposition générale, de ses emménagements et de son armement.

Il nous paraît intéressant de rappeler ses dimensions principales dans le tableau ci-après, où figurent également les paquebots les plus rapides, et par conséquent les derniers construits, des diverses Compagnies de navigation transatlantique.

Ce tableau permet de se rendre un compte exact de la situation respective des Compagnies concurrentes de navigation, au double point de vue de la vitesse et des dimensions de leurs principaux paquebots, sur la ligne de New-York. Nous y avons fait figurer le *Great Eastern*, dont le nom s'associe toujours, en construction navale, à tout ce qui est grand.

On voit également, sur ce tableau, que la vitesse moyenne de traversée à 20 nœuds environ remonte à dix ans, pour la Compagnie Cunard, et à huit ans, pour l'American Line. La Compagnie Générale Transatlantique a toujours été, depuis l'origine, en progressant dans la vitesse de ses paquebots, notamment avec *la Champagne* et *la Touraine*, mais elle a atteint la vitesse la plus élevée avec *la Lorraine* et *la Savoie* (1).

Mis en chantier le 1er avril 1901, le *Kaiser Wilhelm II* fut lancé le 12 avril 1902; complètement achevé environ sept mois après son lancement, il a commencé son service, sur la ligne de New-York, le 31 mars 1903. Le temps employé, pour sa construction et son arme-

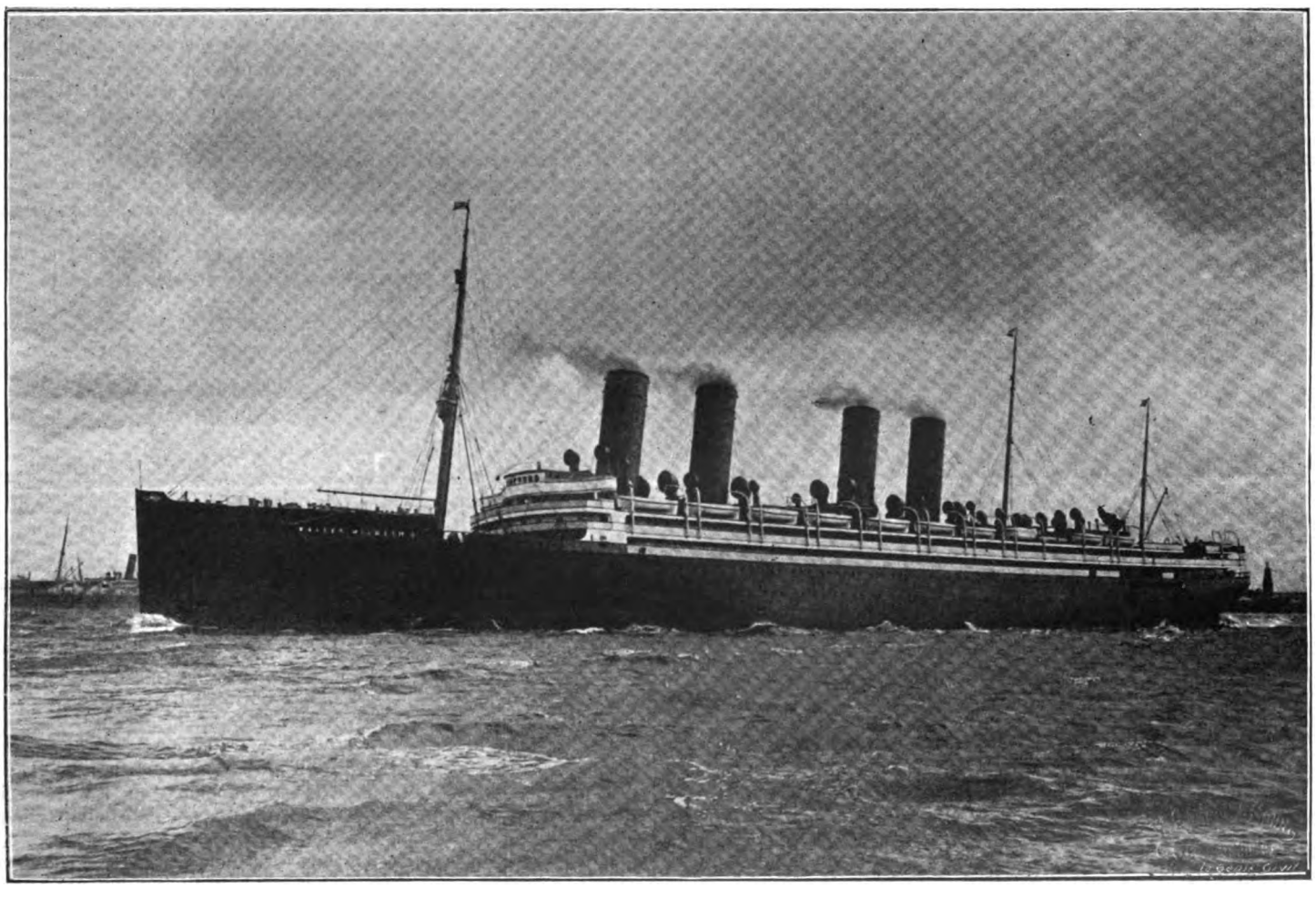


Fig. 1. — Le paquebot transatlantique « Kaiser Wilhelm II » du Norddeutscher Lloyd, de Brême.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLII, n° 2, p. 17.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 3, p. 33.

Digitized by Google

DIMENSIONS PRINCIPALES DES PAQUEBOTS LES PLUS RAPIDES RÉCEMMENT CONSTRUITS.

NOM DU NAVIRE	NOM DE LA COMPAGNIE	DATE de la mise en service	LONGUEUR HORS TOUT	LARGEUR AU FORT	TIRANT D'EAU en charge	DÉPLACEMENT	PUISSANCE	VITESSE AUX ESSAIS	VITESSE en service courant
			mètres	mètres	mètres	tonneaux	chevaux	nœuds	nœuds
Great Eastern	»	1859	210,25	25,30	9,14	28 300	8 000	14,5	13 »
Campania, Lucania	Cunard.	1893	188,98	19,81	8,60	20 400	29 500	22,30	20,5
Saint-Louis, Saint-Paul . . .	American Line.	1895	170,50	19,20	7,90	16 000	21 000	21,28	19,7
Kaiser Wilhelm der Grosse. .	Norddeutscher Lloyd.	1897	197,70	20,12	8,53	20 880	29 000	22,40	21,5
Oceanic	White Star.	1899	214,70	20,72	9,03	28 500	27 000	20,72	19,2
Deutschland	Hamburg American.	1900	208,80	20,12	8,84	23 600	36 900	23,50	22,5
Kronprinz Wilhelm.	Norddeutscher Lloyd.	1901	202 »	20,12	8,69	21 280	33 000	23,34	22 »
La Lorraine, La Savoie. . .	Cie Gle Transatlantique.	1901	177,50	18,28	7,75	15 410	22 000	22 »	20 »
Kaiser Wilhelm II	Norddeutscher Lloyd.	1903	215,34	21,95	8,84	26 000	39 000	23,70	»

ment, a donc été exactement de deux ans. Son aspect extérieur sur l'eau, représenté par la figure 1, est très satisfaisant, au double point de vue des proportions de ses œuvres mortes et de l'harmonie des lignes d'accastillage et de tonture, que l'œil peut suivre, sans interruption dans leur ensemble, sur une très grande longueur.

Les mâts ont 58 mètres de hauteur au-dessus de la quille, les cheminées ont 40 mètres, et le pont le plus élevé se trouve à 25 mètres au-dessus du même point.

L'espacement des cheminées et des mâts entre eux, ainsi que leur

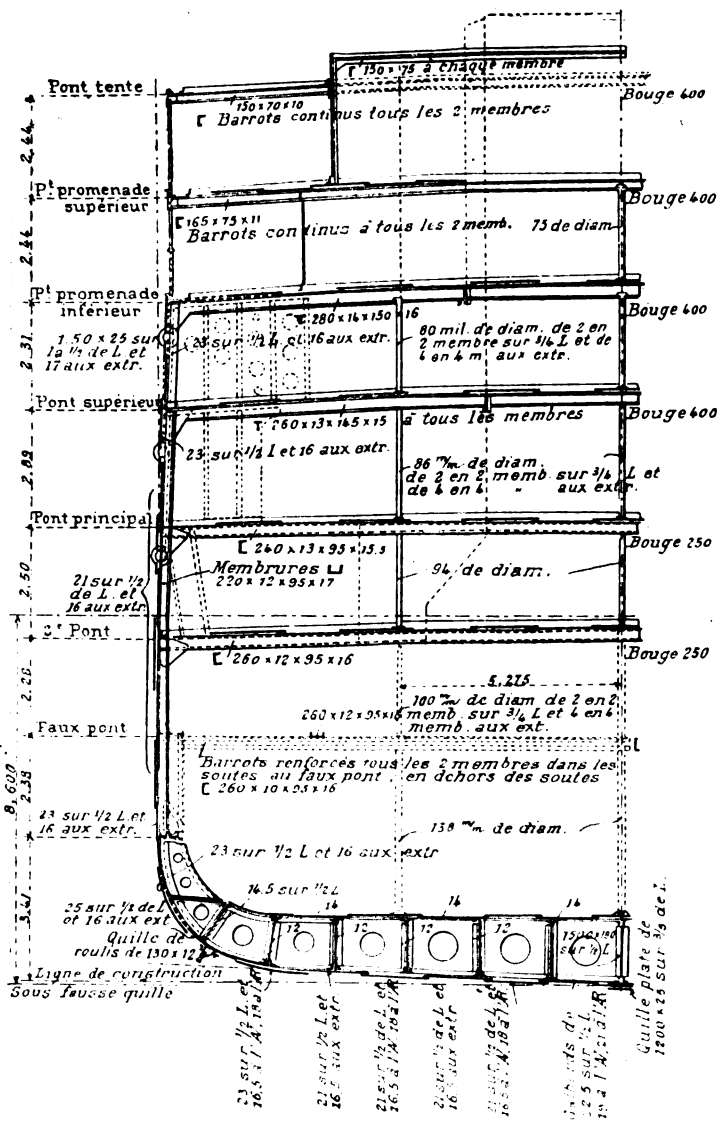


FIG. 2. — Demi-coupe au maître-couple.

pente, peut-être un peu exagérée quand le navire est vu exactement par le travers, la répartition uniforme des embarcations et, par suite, de leurs porte-manteaux, la superposition et le contour des passerelles de l'avant, etc., tout cet ensemble concourt, abstraction faite des manches à vent, à donner au navire un aspect élégant.

CONSTRUCTION DE LA COQUE. — Le navire a été construit d'après les règles du Lloyd germanique; il est, de plus, conforme aux prescriptions des autorités navales, en ce qui concerne son service éventuel comme croiseur auxiliaire. D'une manière générale, sa construction ne diffère pas de la construction ordinaire des grands liners; toutefois, quelques détails nous ayant paru de nature à fixer l'attention, nous allons les résumer le plus succinctement possible.

On remarque, sur la demi-coupe au maître (fig. 2), que le water-ballast s'étend transversalement du milieu d'un bouchain à l'autre; il possède cinq lisses longitudinales continues, non étanches, de chaque côté de la carlingue centrale, qui est étanche sur toute sa longueur, excepté dans les deux compartiments extrêmes. La hauteur du plafond du water-ballast, au-dessus de quille, est de 1m 50 sur la plus grande longueur du navire. Dans les machines et les tunnels, elle a été portée à 2 mètres. Les tôles de flanc du water-ballast sont disposées comme à l'ordinaire, elles ont un bord tombé à la partie supérieure, et sont attachées au bordé extérieur par une cornière.

Les varangues, dans le water-ballast, sont intercostales et évidées; en

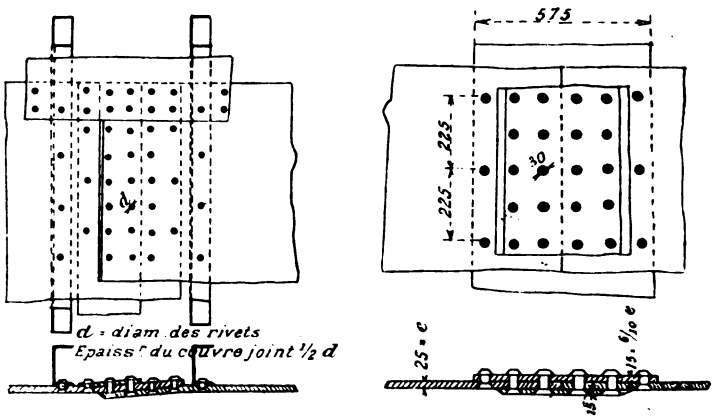


FIG. 3 et 4. — Dispositions adoptées pour le rivetage de la coque.

dehors des machines, elles alternent avec d'autres, constituées tout simplement par des tôles verticales étroites rivées, par un bord tombé, aux lisses longitudinales. Il n'y a qu'une de ces tôles par alvéole; elle est toujours placée sur la paroi extérieure de l'alvéole et se rive haut et bas, d'une part, avec la cornière renversée du plafond et, d'autre part, avec la membrure extérieure.

Les pieds des couples sont attachés, par la cornière renversée, au flanc du water-ballast, par une tôle continue de 450 × 14, sur la moitié de la longueur du navire, au milieu; aux extrémités, ce sont de simples goussets. Cette attache est complétée, sur les trois cinquièmes de sa longueur, par deux cornières verticales, une de chaque côté de la varangue; aux extrémités, il n'y a qu'une cornière.

La capacité totale du water-ballast, formé par quatorze compartiments distincts, est de 3 165 tonnes, se subdivisant comme suit : 866 tonnes d'eau douce pour le service du bord, 202 tonnes d'eau douce pour les chaudières, et 2 097 tonnes d'eau salée pour ballast seulement.

La tôle-quille est en recouvrement et une tôle doublante, formant contre-quille, est placée sous les cornières du pied de la carlingue centrale; il y a, en outre, une tôle extérieure formant fausse quille, et l'ensemble de ces trois épaisseurs est de 70 millimètres, sur les trois cinquièmes de la longueur. La virure au-dessus du bouchain, les deux virures supérieures du bordé extérieur et le carreau au-dessus, sont doublés sur la moitié ou les deux tiers de la longueur; les gouttières du pont-promenade inférieur sont doublées sur la moitié de la longueur.

La membrure, en dehors du double fond, est constituée sur 114 mètres de longueur, dans la partie centrale, par des fer à U de

Digitized by Google

220 × 12 × 95 × 17, qui montent jusqu'au pont-promenade inférieur; la panne intérieure est coupée, pour tous les membres, dans l'entrepont supérieur, à partir de 0m 300 au-dessus de la gouttière du pont supérieur. En dehors de cette région, la membrure est formée par deux cornières; une extérieure, de 200 × 90 × 14,5, et 12 millimètres aux extrémités; l'autre renversée, de 110 × 110 × 14,5, et 12 millimètres aux extrémités. L'espacement des membres est de 760 millimètres sur 192 mètres environ de la longueur du navire, en partant de la p. p. AR, et de 600 millimètres seulement à l'extrême avant sur le reste de la longueur.

Les barrots ont des profils divers, indiqués sur la coupe au maître (fig. 2). Ils existent à tous les membres, au pont supérieur et à tous les ponts au-dessous; exception pourtant est faite dans la salle à manger des premières classes, où ils sont placés de deux en deux membres, ainsi qu'au faux-pont, dans les soutes à charbon, où ils sont, du reste, renforcés. Les barrots existent tous les deux membres aux trois ponts situés au-dessus du pont supérieur.

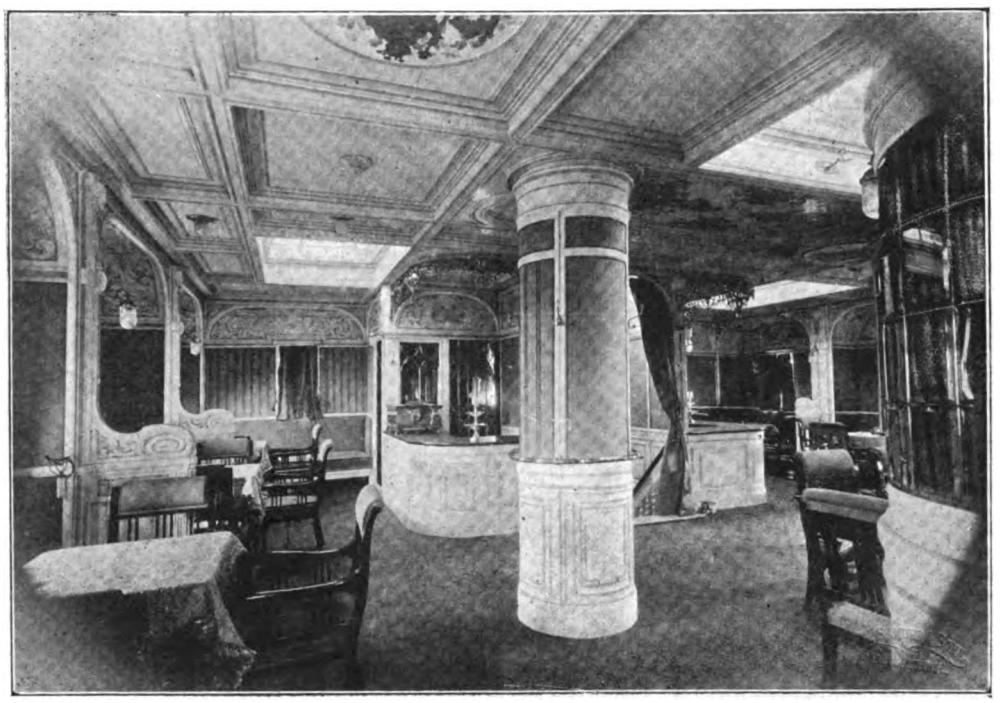


Fig. 5. — Salle de café pour les fumeurs (1re classe).

Les porques sont relativement nombreuses; il en existe cinquante-trois, réparties, sur la longueur du navire, de la manière suivante : leur espacement, dans les compartiments des machines, est de deux en deux membres; il est de trois en trois membres, dans les compartiments des chaudières et les soutes à charbon et, moyennement, de sept en sept membres à l'extrémité avant jusqu'aux puits aux chaînes; à l'extrémité arrière, les porques sont remplacées par des cloisons partielles. La hauteur et la largeur de ces porques sont variables; ainsi, dans le compartiment des machines, elles montent alternativement jusqu'au pont supérieur et au deuxième pont, avec une largeur de 750 millimètres jusqu'au deuxième pont, et de 600 millimètres au-dessus, jusqu'au pont supérieur. Dans le compartiment des chaudières, elles montent toutes jusqu'au pont principal, avec une largeur de 600 millimètres et, dans les soutes à charbon, elles s'arrêtent au faux-pont, ainsi que celles de l'avant, avec une largeur de 600 millimètres; l'épaisseur de ces porques varie entre 13 et 15 millimètres.

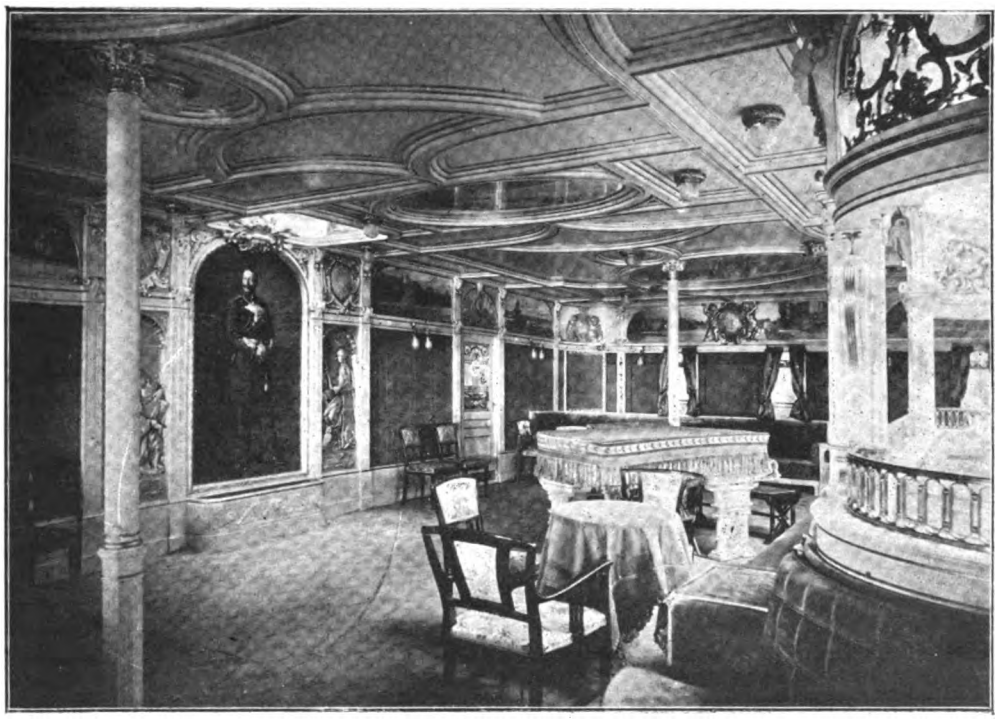


Fig. 6. — Salon de conversation des premières classes.

Les cloisons étanches transversales sont au nombre de dix-huit : seize d'entre elles montent jusqu'au pont supérieur, et deux seulement s'arrêtent au deuxième pont; elles sont percées du plus petit nombre possible d'ouvertures. Dans les compartiments des machines, la cloison longitudinale étanche s'élève jusqu'au pont supérieur; elle est percée d'une porte qui se manœuvre de ce pont. Les portes, dans les machines et les chaudières, sont à glissières verticales en fer forgé; elles se manœuvrent toutes du pont supérieur.

La construction des cloisons étanches, ainsi que la disposition et les dimensions de leurs renforts verticaux et horizontaux, semblent assez bien étudiées. Dans la partie inférieure, jusqu'à la hauteur du faux-pont, les tôles sont disposées en virures horizontales; mais, au-dessus, dans tous les entreponts, elles sont verticales et vont d'un pont à l'autre, puisque ces derniers sont continus. Les tôles verticales des deux entreponts inférieurs, c'est-à-dire, du faux-pont jusqu'au pont principal, sont alternativement planes et à bord doublement tombé sur chaque rive; les tôles verticales de l'entrepont supérieur, c'est-à-dire, entre le pont principal et le pont supérieur, sont alternativement planes et à simple bord tombé sur chaque rive. Les renforts verticaux, dont l'espacement est uniformément de 760 millimètres, ont des sections variables; ils sont constitués : par trois cornières et une tôle de 300 millimètres de largeur, dans la cale; par des fers à U et les bords doublement tombés des tôles, dans l'entrepont au-dessus; par des fers en Z et les bords doublement tombés des tôles, entre le deuxième pont et le pont principal et, enfin, par des cornières et le simple bord tombé des tôles, entre le pont principal et le pont supérieur.

Les renforts horizontaux n'existent sur certaines cloisons que pour remplacer les ponts; ils sont placés à la hauteur de ces derniers et sont constitués par des fers en U, bordés d'une cornière ou par des fers à T et à boudin, dans la partie supérieure des cloisons. Les pieds et les têtes des montants verticaux sont attachés aux ponts par des goussets.

Tous les ponts, à l'exception du pont-tente, sont entièrement bordés en tôles d'acier et, à l'exception du faux-pont et de la plate-forme, ils sont recouverts d'un bordé en bois, en pin d'Orégon, ou en teack, dans les parties à découvert et suivant les endroits du navire. Au-dessous du bois, la tôle est recouverte de goudron et de ciment.

La partie centrale du pont-tente, comprise entre les deux cheminées du centre, est surélevée de 610 millimètres sur toute la largeur du salon de conversation situé au-dessous, donnant ainsi, dans ce local, une hauteur d'entrepont de 3m 05 de livet en livet. La partie du pont-tente située au-dessus du fumoir des premières classes, à l'arrière de

Digitized by Google

la cheminée arrière, est aussi surélevée de 885 millimètres, donnant à ce local une hauteur de 3m 325 de livet en livet.

Afin que la fatigue du navire à la mer, par mauvais temps, n'ait aucune influence sur la partie centrale de ce pont, dans les mouvements alternatifs d'arc et de contre-arc, il a été divisé en trois parties nettement tranchées de bâbord à tribord. Les bords des tôles qui limitent ces parties laissent entre eux un petit jeu, et sont réunis par un fer creux, de forme spéciale, se rapprochant beaucoup, quant au profil extérieur, de celui d'un rail à patin de chemin de fer. Les deux ailes de ce fer spécial sont rivées aux bords des tôles, et l'ensemble de cet assemblage peut librement faire soufflet sans affecter le reste du pont. La hauteur de ce fer creux est égale à l'épaisseur du bordé en bois qui recouvre le pont; les têtes de bordages viennent buter contre lui et affleurent très exactement le dessus du fer.

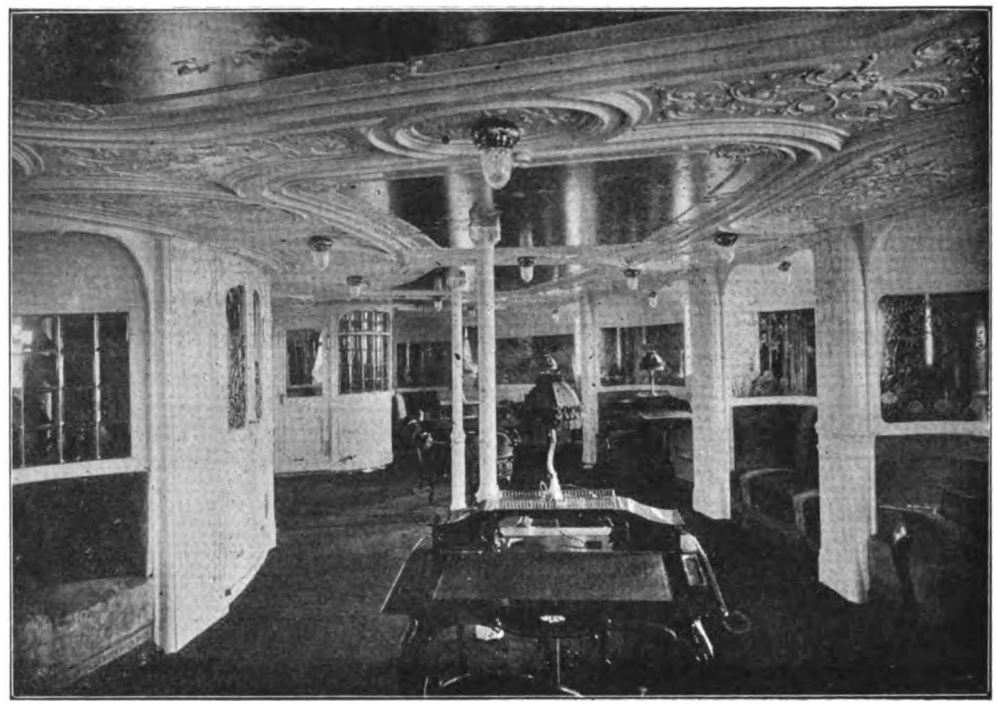


Fig. 7. — Salon de lecture des premières classes.

Les soutes à charbon n'offrent rien de particulier; elles montent toutes, excepté celle de l'avant, jusqu'au pont principal; une disposition spéciale a pourtant été adoptée pour empêcher le charbon d'exercer une pression quelconque sur les portes, afin d'en faciliter la manœuvre. Elles peuvent contenir 5 000 tonnes de charbon avec un volume compté à raison de 1m3 270 par tonne.

Les sabords à charbon se trouvent au-dessous du livet du pont principal, à environ 2 mètres au-dessus de la ligne de flottaison en charge; ils sont au nombre de dix-sept de chaque bord, répartis sur la longueur des soutes. Les conduits à charbon n'ont donc que la hauteur d'un entrepont à traverser, et peu d'entre eux tombent dans les emménagements. Les ponts et le bordé extérieur sont renforcés par des tôles spéciales, à la position des sabords.

L'épontillage du navire est assuré théoriquement, dans la partie centrale sur les trois quarts de la longueur du navire, par trois rangées d'épontilles placées de deux en deux membres; aux extrémités, l'espacement et le nombre de rangées varient suivant la largeur du navire. Dans les compartiments des chaudières, les épontilles sont placées entre les chaudières, leurs pieds sont à fourche, sous laquelle on peut passer.

Par ce moyen, la circulation n'est pas gênée et l'épontillage, dans cette région, a pu se faire d'une manière assez satisfaisante, au moyen de quatre épontilles de 150 millimètres de diamètre dans chaque chaufferie.

Le navire possède des quilles de roulis, constituées par deux tôles distantes à leur pied de 40 centimètres; elles sont attachées au bordé par des cornières; leurs têtes sont réunies et serrent entre elles une lame à boudin. La saillie de ces quilles, à profil triangulaire, est d'environ 60 centimètres; elles ne règnent que sur environ 42 mètres, c'est-à-dire à peine le cinquième de la longueur du navire.

Des cloisons transversales particlles placées en abord dans les deux entreponts supérieurs, c'est-à-dire, entre le pont-promenade inférieur et le pont supérieur, et entre ce dernier et le pont principal, ont été construites pour s'opposer à la déformation transversale du navire, dans les mouvements de roulis par mauvais temps. Ces cloisons sont au nombre de six de chaque bord dans l'entrepont supérieur; elles y sont dissimulées par les cloisons transversales, en bois, d'emménagements. Dans l'entrepont au-dessous, il n'en existe plus que quatre de chaque bord; elles tombent dans la salle à manger des premières classes, et sont aussi dissimulées par la boiserie. Ces cloisons sont en tôles de 8 millimètres d'épaisseur renforcées par des cornières-montants de 90 × 75 × 10.

Le rivetage de toutes les parties de la coque doit être conforme à la pratique ordinaire; on s'en est toutefois un peu écarté pour la partie centrale du navire, sur la moitié ou les trois quarts de la longueur. Dans cette région, les virures du fond, à partir des galbords jusqu'aux bouchains, ont leurs abouts à clin à trois rangs et demi de rivets, avec couvre-joint intérieur à deux rangs et demi, comme l'indique la figure 3.

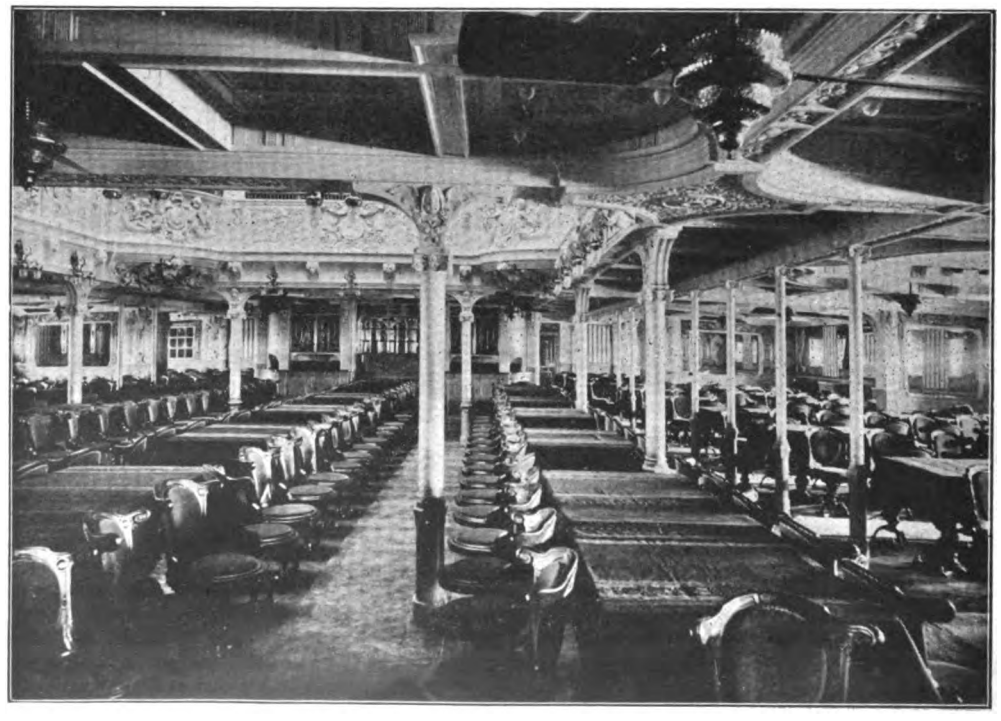


Fig. 8. — Salle à manger des premières classes.

Les abouts des virures de bouchains ont des couvre-joints doubles; mais, tandis que le couvre-joint intérieur porte deux rangs et demi de rivets de chaque côté du joint, le couvre-joint extérieur n'en porte que deux rangs de chaque côté, et les rives de ce couvre-joint ont un chanfrein allongé, comme l'indique la figure 4. Quant aux abouts des virures des murailles, ceux des trois virures supérieures, c'est-à-dire le carreau du pont-promenade inférieur et les deux virures immédiatement au-dessous, sont à doubles couvre-joints, disposés de toutes les autres et rivés comme l'indique la figure 4. Les abouts virures sont à clin, avec couvre-joint intérieur et rivetage, du type de la figure 3.

Les abouts des gouttières du pont-promenade inférieur et du pont supérieur ont des couvre-joints doubles, sur les trois quarts de la longueur, avec deux rangs et demi de rivets de chaque côté du joint.

Nous ne ferons que signaler quelques détails de construction de

Digitized by Google

moindre importance, différant du reste fort peu de ce qu'on fait habituellement, tels que la forme des crosses et des tôles goussets de barrots, la construction des carlingues de chaudières, le rivetage de certaines parties du water-ballast.

Nous allons maintenant faire une description rapide de la disposition générale du *Kaiser Wilhelm II* qui, en raison de ses grandes dimensions et de son affectation particulière, dans certaines circonstances, diffère un peu de celle des autres paquebots transatlantiques.

Il possède d'abord huit ponts (fig. 1, pl. XXIII); le pont supérieur ordinaire est recouvert de bout en bout par un pont-promenade inférieur, et c'est au-dessus de celui-ci que les choses se passent comme à l'ordinaire; c'est-à-dire, qu'on trouve le pont-promenade supérieur et la teugue, et au-dessus le pont-tente. La hauteur des entreponts emménagés varie entre $2^m 44$ et $2^m 54$; mais celle de l'entrepont, dans lequel se trouve la salle à manger des passagers de première classe, est de $2^m 89$ de bout en bout du navire.

Six ponts sont complètement ou partiellement occupés par les emménagements. Les passagers de première classe occupent la partie centrale de cinq ponts, soit toute la longueur du navire comprise entre le mât d'artimon et les fronteaux des deux ponts-promenades, sur ces deux ponts; ils occupent aussi, dans les deux entreponts au-dessous, toute la longueur comprise entre l'avant des entourages de machines et la cloison transversale étanche située à l'aplomb des fronteaux.

En dehors de cette région et sur l'arrière, les passagers de deuxième classe occupent toute la partie comprise entre le mât d'artimon et l'extrême arrière, sur les deux ponts-promenades; celle comprise entre la cloison arrière des machines et l'extrême arrière sur le pont principal, ainsi qu'une tranche comprise entre la deuxième et la quatrième cloison étanche sur le deuxième pont. Les passagers de troisième classe sont logés sur l'avant, à partir de la limite des passagers de première classe, jusqu'à la cloison d'abordage, sur le pont principal et, depuis la cloison d'entourage des chaudières de l'avant jusqu'à la cloison d'abordage, sur le deuxième pont. Leurs water-closets, lavabos et hôpitaux sont situés, immédiatement au-dessus de leurs postes, sur le pont supérieur.

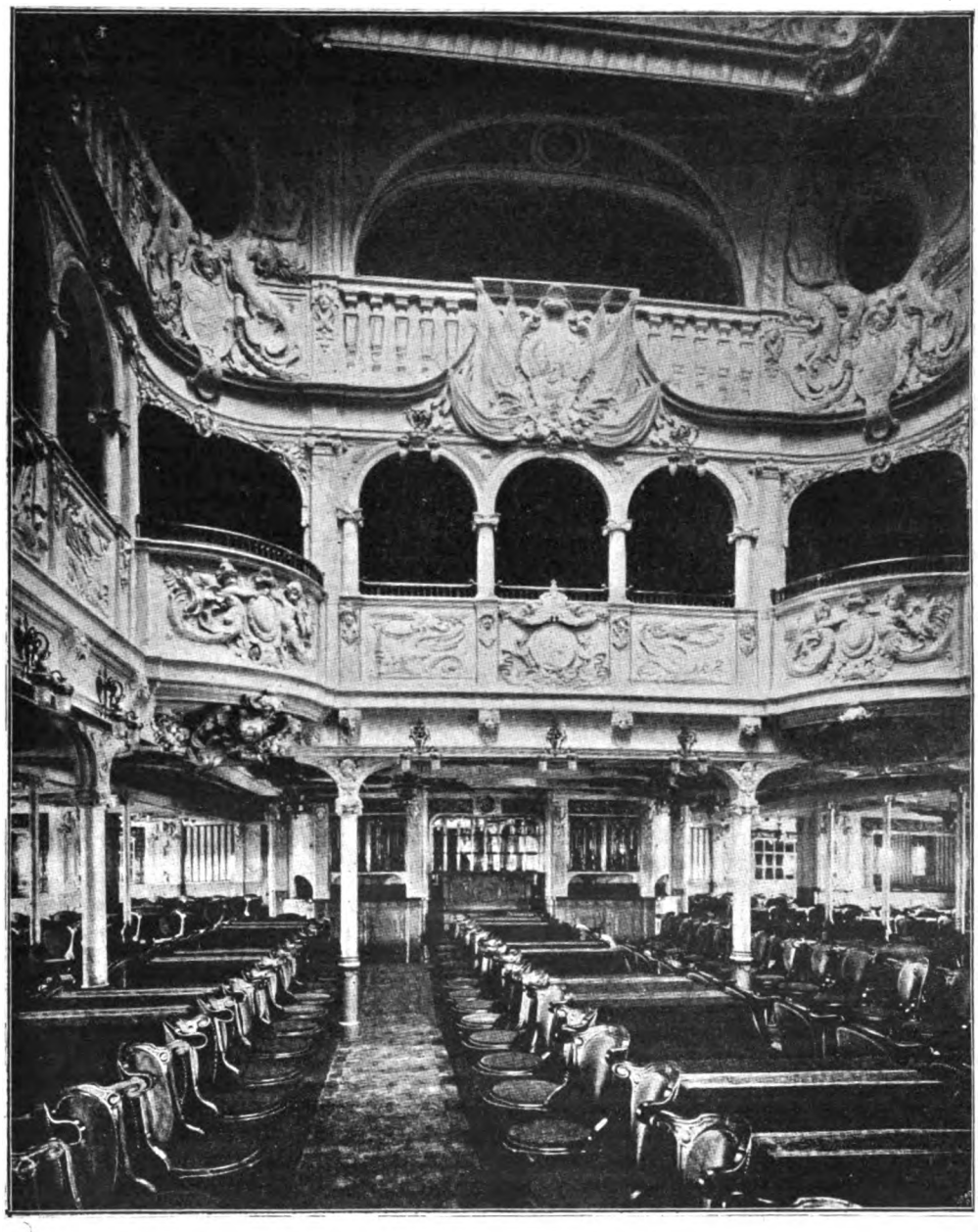


FIG. 9. — Dôme et puits d'éclairage de la salle à manger des premières classes.

Les passagers de première classe, dont le nombre peut s'élever à 776, disposent de 291 cabines à un, deux ou plusieurs lits; il y a des cabines impériales, des cabines de luxe et des cabines spéciales, situées sur l'arrière des cabines de luxe, contenant en tout 531 lits et 245 canapés-lits.

Les passagers de deuxième classe, qui peuvent être au nombre de 346, y compris 22 enfants, sont logés dans 112 cabines comprenant 272 lits et 52 canapés sans compter les lits d'enfants.

Emménagements. — Sur le pont-tente (fig. 2, pl. XXIII), dont la longueur est de 136 mètres au centre et de 18 mètres à l'arrière, on trouve, à l'avant, le logement du commandant qui se compose : d'un salon, d'une chambre à coucher, d'une chambre de réserve et d'une salle de bains. Les cabines des officiers, au nombre de six, sont sur l'arrière de la deuxième cheminée; leur salle de bains et leurs water-closets sont situés sur l'avant de la même cheminée.

Sur l'avant de la troisième cheminée, se trouve une salle de café pour les passagers qui ne fument pas; une autre salle de café pour les fumeurs se trouve immédiatement après la claire-voie des machines, et, sur l'arrière de cette salle, il y a une véranda à arche cintrée, très appréciée, paraît-il, par les passagers. Les parties de ce pont, destinées à servir de promenade aux passagers, sont limitées par des barrières qui les isolent complètement.

La salle des fumeurs (fig. 5) est divisée par des cloisons, à hauteur d'appui, en un certain nombre de compartiments dans chacun desquels se trouve une table à jeu. Les côtés de cette salle sont décorés vert et or: la tapisserie et les tentures sont vertes. A l'extérieur, sur le côté tribord de cette salle, est établi le poste de télégraphie sans fil.

Sur le pont-promenade supérieur (fig. 3, pl. XXIII), dont la longueur est de 163 mètres, on trouve, à l'avant, dans un grand roof, les suites impériales se composant chacune : d'une petite salle à manger, d'un salon de conversation, d'un second salon, chambres à coucher, salles de bains et water-closets. A l'extrémité avant de ce roof est un salon de lecture (fig. 7) pour les passagers de première classe. La décoration de ce salon est blanche, et le plafond d'un ton rougeâtre sur lequel sont peints des oiseaux migrateurs.

Entre les cheminées centrales et dans un même roof sont situés : le salon de conversation et le grand escalier des premières, séparés par une cloison cintrée. Le salon de conversation (fig. 6) est traversé par le puits, au-dessus duquel se trouve le dôme qui éclaire la salle à manger des passagers de première classe. Des sofas, interrompus seulement par les portes, font tout le tour du salon, et de nombreuses petites tables y sont réparties. Les panneaux des murs sont à tapisserie dorée de divers tons; ils sont surmontés d'une frise assez haute, composée de panneaux peints représentant des paysages divers des principales rivières d'Allemagne; ces panneaux sont séparés par des médaillons. Le principal attrait de ce salon est, paraît-il, un portrait, grandeur naturelle, de Guillaume II en costume d'amiral, peint par Ludwig Noster et encadré par deux panneaux, en métal repoussé, représentant la Prudence et la Fidélité.

Sur l'arrière des claires-voies de machines est situé un roof, qui contient un certain nombre de cabines de passagers de première classe. Dans la partie arrière, ce pont sert de promenade aux passagers de deuxième classe, et, à partir du mât d'artimon, où existe une barrière de séparation, il offre aux passagers de première classe une magnifique promenade des deux côtés des roofs et sur toute leur longueur, soit sur 132 mètres environ.

Digitized by Google

Le pont-promenade inférieur (fig. 4, pl. XXIII) court sans interruption sur toute la longueur du navire ; une cloison métallique cintrée, placée à l'aplomb du fronteau du pont-promenade supérieur, limite sur l'avant les emménagements des passagers de première classe. Dans un grand roof de 90 mètres de longueur environ, on trouve alors, sur l'avant, un certain nombre de cabines de luxe d'un grand confortable ; viennent ensuite les cabines de luxe formant suites, à bâbord et à tribord, et, à l'arrière du roof, toute la série de cabines de luxe, dites spéciales.

Dans l'axe du navire, entre la deuxième cheminée et le puits d'éclairage de la salle à manger des premières classes, se trouve une petite salle à manger pour enfants. Sur l'arrière des entourages de la claire-voie des machines est un roof qui contient vingt-six cabines de passagers de première classe, et deux groupes de water-closets et de salles de bains pour leur usage.

A la suite, sur l'arrière du mât d'artimon, dans un roof séparé, on trouve : le salon de conversation, le fumoir des passagers de deuxième classe et l'appareil à gouverner auxiliaire. De même que pour le pont-promenade supérieur, l'arrière de ce pont sert de promenade aux passagers de deuxième classe et, à partir du mât d'artimon, où existe encore une barrière de séparation, il sert de promenade aux passagers de première classe, de chaque côté des roofs, jusqu'à la cloison cintrée de l'avant. Au delà, une partie de pont, assez dégagée sur une longueur de 20 mètres environ et sur toute la largeur du navire en cet endroit, sert de promenade aux passagers de troisième classe. A l'extrême avant, sous la teugue, se trouvent tous les locaux ordinaires de l'équipage.

Le pont supérieur (fig. 5, pl. XXIII), est surtout occupé par les cabines des passagers de première classe, dans toute la partie centrale en abord, sur une longueur d'environ 90 mètres. Par le travers de l'entourage des machines, se trouvent les cabines des mécaniciens et, sur l'arrière de l'entourage, à une distance de couloir, l'entrepont est fermé par une cloison transversale, contre laquelle s'appuie un roof qui contient une spacieuse cabine pour l'agent des postes, le poste des élèves-mécaniciens, les électriciens, leur carré, une série de water-closets, etc.

Les côtés de cet entrepont sont ouverts sur une longueur de 21 mètres et, à cette limite, une nouvelle cloison transversale ferme encore l'entrepont ; sur l'arrière de cette cloison se trouve, dans une dunette, un groupe important de cabines pour passagers de deuxième classe.

A l'extrême arrière, il y a un poste de garçons et, à bâbord et à tribord, des water-closets et salles de bains pour les deuxièmes classes. A l'avant, des water-closets et salles de bains, à l'usage des premières classes, sont situés à bâbord et à tribord, dans une tranche spéciale séparée des cabines par une cloison transversale. A la suite, on trouve les locaux ordinaires des troisièmes classes, c'est-à-dire hôpitaux, lavabos et water-closets pour hommes et femmes, et à l'extrême avant trois postes, dont un pour l'équipage.

Sur le pont principal (fig. 6, pl. XXIII) on trouve, en partant de l'extrême avant, trois postes consécutifs de passagers de troisième classe, et, à la suite, séparées par une cloison transversale étanche, des cabines de passagers de première classe, sur une longueur de 28 mètres environ.

La salle à manger des passagers de première classe (fig. 8) vient après : sa longueur totale est de 33 mètres, et elle occupe toute la largeur du navire. Symétriquement et dans l'axe longitudinal, deux entourages de cheminées la traversent et lui ôtent la forme rectangulaire en créant aux extrémités, à l'aide de cloisons partielles, quatre petites salles à manger presque indépendantes, contenant chacune deux tables de 15 et 17 couverts. Les quatre autres cloisons partielles ont permis de diviser en abord les tables en trois groupes de trois tables chacun. Trois grandes tables longitudinales de 46 couverts chacune, mais avec parties à rabattre, sont placées au centre, ayant au-dessus d'elles le dôme d'éclairage. Au pied du grand escalier se trouvent deux petites tables à cinq couverts, et l'ensemble de toutes les tables permet de mettre 554 couverts.

Le plafond de la salle à manger est blanc presque partout, les panneaux des murailles sont en tapisserie de soie avec encadrements dorés, et des lampes sont placées sur les panneaux. Dans les quatre petites salles à manger des angles, la décoration est plus soignée : ce sont des vues du Rhin qui en font le principal ornement. Il y a, en outre, tout autour du salon, de petits panneaux avec des vues de Berlin.

Le dôme qui éclaire la salle à manger (fig. 9) est entièrement peint en blanc au-dessus et au-dessous de la glace étamée, qui forme plafond à la hauteur du pont-promenade supérieur. Les parois du puits sont percées, sur leurs quatre faces d'ouvertures cintrées au pont supérieur et au pont-promenade inférieur. Au pont supérieur les ouvertures, percées dans les coins ronds du puits, sont ornées de balcons circulaires en saillie.

Les balcons des deux étages sont ornés de médaillons, où les nymphes et les sirènes sont les sujets les plus fréquents. Au-dessus de la glace étamée, le puits d'éclairage se prolonge, traverse le salon de conversation pour aboutir au pont-tente, où il est recouvert par une grande claire-voie cintrée. Dans le salon de conversation, les parois du puits sont également percées d'ouvertures circulaires sur les quatre faces, comme l'indique la figure 6.

Immédiatement sur l'arrière de la salle à manger sont installés d'abord l'office et, ensuite, la cuisine des premières classes ; ces deux locaux et leurs dépendances, qui occupent toute une tranche transversale du navire, d'environ 27 mètres de longueur, semblent bien proportionnés à l'importance du bâtiment et au nombre de passagers de première classe. A bâbord et à tribord de l'entourage des machines se trouvent des postes de chauffeurs et graisseurs, leurs réfectoire, water-closet et lavages. Dans une tranche du navire, comprise entre deux cloisons étanches, sont la cuisine et l'office des passagers de deuxième classe, avec le carré des officiers à bâbord.

La salle à manger des deuxièmes classes occupe toute une tranche transversale du navire, sur une longueur de 13 mètres environ ; elle peut contenir 190 personnes à table. Cette salle à manger est éclairée par une claire-voie du pont supérieur et des hublots. A l'arrière de la salle à manger, jusqu'à l'extrême arrière, sont installées des cabines pour passagers.

Le deuxième pont (fig. 7, pl. XXIII) est le dernier pont sur lequel se trouvent des logements. Les trois premiers compartiments de l'avant sont des postes de passagers de troisième classe ; par le travers des cheminées, à bâbord et à tribord, sont installés des postes de garçons et de personnel civil. Par le travers des machines se trouvent encore trois postes de chauffeurs et soutiers, et les lavabos des mécaniciens. Immédiatement après, dans une tranche transversale comprise entre deux cloisons étanches, on trouve, à bâbord, une grande soute à provisions, et à tribord, la soute aux colis postaux. A partir de ce point jusqu'à l'extrême arrière, il y a un groupe important de cabines pour passagers de deuxième classe, quelques cabines pour personnel du bord et un poste de garçons.

Le faux-pont du navire est occupé par les machines, chaudières et soutes à charbon, sur une longueur de 120 mètres environ ; sur l'avant se trouvent diverses soutes et, notamment, la soute aux bagages des passagers de première classe ; sur l'arrière, viennent successivement : le magasin de la machine, les glacières, la soute aux bagages des passagers de deuxième classe et l'appareil à gouverner.

Dans la cale (fig. 8, pl. XXIII), les machines et les chaudières occupent une plus grande longueur du navire encore que dans le faux-pont, à cause de la soute à charbon supplémentaire, placée à l'avant sous la soute aux bagages ; sur l'avant de la soute à charbon sont une cale à marchandises, les puits aux chaines et une soute à provisions. Sur l'arrière des machines se trouvent des caisses à eau douce en abord, et trois machines électriques entre les tunnels. Le volume de la cale à marchandises de l'avant, la seule qui existe, est de 430 mètres cubes. Le volume des soutes à bagages est de 830 mètres cubes. Si on suppose une densité moyenne de marchandises de 0,450, on voit que c'est seulement 190 tonnes de marchandises que le *Kaiser Wilhelm II* peut transporter.

Armements fixe et mobile. — L'armement fixe et l'armement mobile ne diffèrent pas de la pratique courante, excepté sous le rapport de l'importance et de la puissance. L'appareil à gouverner, du type Brown, est assez puissant pour mettre la barre toute d'un bord sur l'autre en quelques secondes.

Le guindeau, ou plutôt les appareils pour la manœuvre des chaînes, sont du type Napier frères, de Glasgow ; les barbotins seuls se trouvent sur le pont des chaînes, et les machines qui actionnent ces barbotins sont situées au-dessous, sur le pont supérieur. La longueur totale des chaînes est de 600 mètres, le diamètre du fer du maillon est de 82 millimètres.

Les ancres de l'avant, du type Hall, sans jas, sont au nombre de trois ; elle pèsent chacune 6 500 kilogr. L'ancre de l'arrière est du même type avec jas et pèse seulement 2 700 kilogr. ; sa chaîne est de 51 millimètres de diamètre, et son écubier est dans l'axe.

Les cabestans pour la manœuvre des aussières sont tout naturellement placés sur le pont de la teugue ; mais les machines qui les actionnent sont situées sous la teugue, pour le cabestan central, et sur le pont supérieur, pour les cabestans latéraux. Deux arbres de transmission, placés à plat-pont sur le pont supérieur, permettent aux machines d'actionner, ensemble ou séparément, le guindeau et les cabestans latéraux.

A l'arrière, les cabestans sont placés sur le pont-promenade inférieur. Le cabestan central, pour la manœuvre des chaînes, est actionné par une machine placée au-dessous, sur le pont supérieur, tandis que les cabestans latéraux, pour la manœuvre des amarres, sont actionnés par des machines horizontales, placées sur le pont-promenade inférieur. L'ensemble de ces diverses installations est clairement indiqué par les figures 10 à 12, pour les appareils de l'avant.

Il y a dans le navire dix-sept pompes à vapeur, réparties sur divers points du navire ; leur tuyautage est disposé pour qu'en cas de voie d'eau, dans un ou deux grands compartiments du navire, elles puissent,

Digitized by Google

séparément ou par groupes, aspirer dans ces compartiments. Le débit total de ces pompes est de 9360 tonnes d'eau par heure.

L'installation électrique, exclusivement à 100 volts, comporte 2700 lampes de 25 bougies chacune; ces lampes sont alimentées par quatre dynamos, conduites par des machines indépendantes. Trois

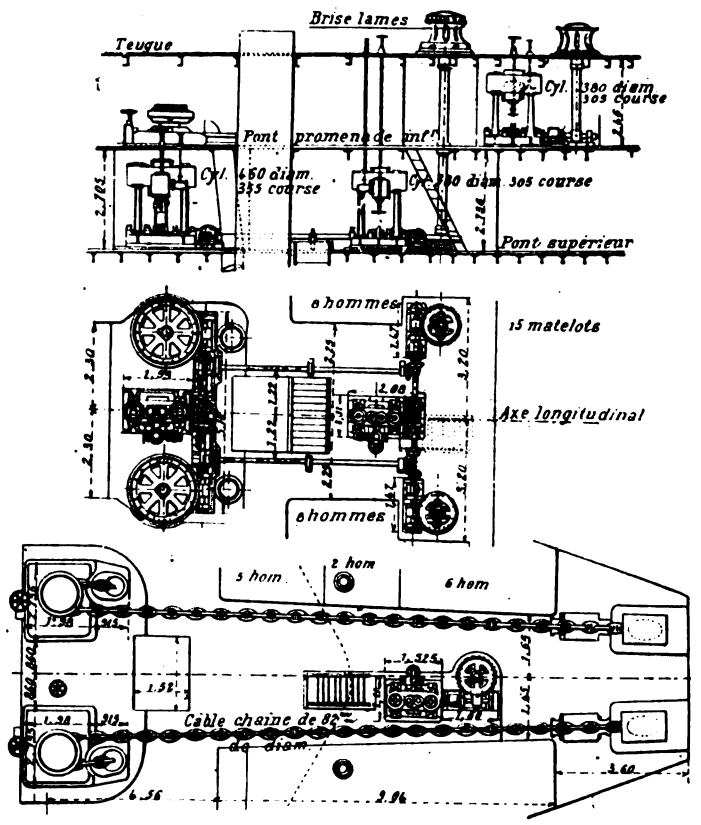


Fig. 10 à 12. — Disposition des appareils de manœuvre de l'avant.

sont situées dans les chambres des machines et, par suite, au-dessous de la flottaison; mais une est placée au-dessus, sur le pont principal. Le retour se fait par la coque, excepté au-dessus du pont-promenade supérieur.

L'appareil à gouverner principal est situé sur le faux-pont et, par conséquent, au-dessous de la flottaison; l'axe horizontal du té et des bielles de manœuvre se trouve à peu près à un mètre en contre-bas de la flottaison en charge. L'appareil à gouverner auxiliaire se trouve sur le pont supérieur: il agit directement sur la mèche. Les deux appareils à gouverner sont commandés au moyen de télémètres, soit de la passerelle avant, ou de la passerelle haute de navigation, ou de la passerelle centrale ou, enfin, de la passerelle située à l'arrière au-dessus de la dunette.

Les moyens de sauvetage, dont dispose le navire, ne sont autres que les moyens usuels, embarcations et ceintures. Il y a sur le pont-tente, vingt-huit embarcations de sauvetage, dont vingt-quatre en porte-manteaux; dix-huit d'entre elles ont 9m 20 de longueur, deux ont 8 mètres et quatre, à peu près de la même longueur que ces dernières, sont semi-collapsibles. Les quatre autres, semi-collapsibles, sont placées sur le pont, à côté de celles en porte-manteaux.

Toutes ces embarcations peuvent se manœuvrer soit à bras, comme à l'ordinaire, soit au moyen de quatre treuils à vapeur placés deux à l'arrière du pont-tente, qui servent aussi de treuils de charge, et deux placés vers le milieu de la longueur du même pont, qui sont spécialement affectés à cet usage. Il y a des ceintures de sauvetage dans chaque cabine ou poste, en nombre égal à celui des personnes qui y sont logées.

La ventilation des entreponts se fait naturellement, au moyen de manches à vent de 450 millimètres de diamètre, et à raison de deux manches au moins par compartiment à passagers. Les locaux particuliers tels que : cuisines, boulangerie, provisions, etc., sont ventilés par des manches dont le diamètre varie entre 300 et 400 millimètres. Les chambres de chaudières et des machines sont ventilées par quatre grosses manches chacune, et les soutes à charbon ont des manches d'un diamètre moindre.

Douze ventilateurs, avec machines à vapeur spéciales, placés sur le pont-tente, refoulent de l'air dans les grosses manches des chaufferies, toutes les fois que la ventilation n'est pas suffisamment assurée par la marche du navire; la direction ou l'intensité du vent.

Les roofs sont ventilés et éclairés latéralement par 120 fenêtres ou sabords Utley.

Le chauffage du navire est fait, d'une manière générale, par la vapeur circulant dans un tuyautage en cuivre; chaque local peut être chauffé séparément. La vapeur retourne au condenseur auxiliaire ou s'échappe, soit par des tuyaux qui débouchent à l'extérieur des murailles, soit par les tuyaux d'échappement des chaudières. Les compartiments des entreponts sont chauffés par des radiateurs de 770 millimètres de hauteur. Les cabines de luxe sont chauffées à l'électricité.

Pour compléter cette description du paquebot *Kaiser Wilhelm II*, nous donnerons, dans un prochain article, la description de ses machines motrices et de son appareil évaporatoire.

(A suivre.) J. Bousquet.

CONSTRUCTIONS CIVILES

LA PRÉVENTION DES ACCIDENTS
dans les travaux du bâtiment.

L'industrie de la construction diffère essentiellement des industries manufacturières par les points suivants :

Elle est appelée à s'exercer dans les endroits les plus divers, dans les grandes agglomérations comme dans les petits hameaux;

Dans les chantiers de construction, dès qu'une œuvre est terminée, les ouvriers qui y ont travaillé passent à une autre entreprise;

Enfin, la loi de la division du travail y suit une marche différente de celle des autres industries; dans le cours d'une construction, tel ouvrier qui a commencé par faire des fondations passera, successivement, aux divers travaux qui sont nécessaires à son achèvement.

C'est en raison de ces circonstances et surtout du caractère provisoire des chantiers et des installations, que l'on constate trop souvent des échafaudages mal reliés entre eux, ou insuffisants dans la résistance des parties qui les composent; élevés pour une durée considérée comme très courte, ils n'ont pas les qualités voulues pour résister à un service plus prolongé; installés en vue d'une certaine nature de travaux, ils sont quelquefois employés sans modification, s'il arrive que ces travaux changent de nature ou d'importance. Cette défectuosité, si fréquente dans les échafaudages, se rencontre aussi dans la plupart des engins mobiles ou temporaires qui sont la propriété des entrepreneurs.

Aussi croyons-nous utile d'examiner les moyens propres à prévenir les accidents qui se produisent fréquemment dans les chantiers de construction, ainsi que dans les opérations de chargement et de déchargement que nécessite l'industrie du bâtiment. Leur application n'occasionne, en général, que des dépenses peu élevées et n'exige, surtout, qu'un peu de bonne volonté. Tout chef d'entreprise a, d'ailleurs, un intérêt pécuniaire à rendre ses travaux le moins dangereux possible, afin que les Compagnies d'assurances ou les Syndicats de garantie, auxquels il est presque obligé de recourir depuis la mise à exécution de la loi du 9 avril 1898, diminuent de plus en plus les primes à payer.

Nous ne prétendons pas que les mesures préventives évitent tous les accidents; mais l'ensemble de ceux qui proviennent de cas fortuits et de l'imprudence de l'ouvrier ne dépasse pas, d'après les statistiques allemandes et autrichiennes, 50 % du nombre total des sinistres survenus sur les chantiers; l'application rationnelle des moyens préventifs permettrait ainsi d'éviter la moitié des accidents et non des moins graves.

Pour rendre plus clair l'exposé des mesures de protection à adopter, nous passerons en revue les engins utilisés sur les chantiers, et les diverses catégories de travaux que comporte l'industrie du bâtiment. Nous ne nous occuperons pas des accidents, assez rares et qui tendent à disparaître, dus à une imparfaite connaissance de l'art de construire, ni à des malfaçons volontaires.

Échafaudages. — On sait que dans l'établissement des échafaudages utilisés pour l'édification des maisons de rapport, on place verticalement, à 1m 50 du pied du mur, de longues perches *a* (fig. 1 et 2), généralement en sapin, appelées *écoperches* ou *échasses*; ces perches sont plantées dans le sol ou maintenues solidement par des patins en plâtre, et on les espace habituellement de 2 mètres à 2m 50. Cela fait, tous les 1m 75 environ de hauteur, et au fur et à mesure que la construction s'élève, on dispose horizontalement des morceaux de bois ronds *c*, appelés *boulins*, qu'on lie, d'un bout, aux écoperches au moyen de cordages et que, de l'autre, on scelle de 0m 10 au moins dans le mur; dans le sens longitudinal, on réunit entre elles les écoperches par des pièces horizontales *b*, appelées *filières*; sur chaque étage de boulins, on place des planches sur lesquelles se tiennent les ouvriers employés à la construction.

Digitized by Google

Voici quelles sont les précautions à prendre pour éviter la rupture de l'échafaudage et la chute des ouvriers :

1° N'utiliser que des écoperches dont le diamètre ait au moins 0m 15 au pied et 0m 08 au sommet;

2° N'employer pour les traverses horizontales des échafaudages que des boulins d'au moins 0m 10 de diamètre; les boulins en frêne ou chêne sont plus résistants que ceux en bois d'aulne;

3° Ne faire usage pour le plancher des échafaudages que de planches assez longues pour porter au moins sur trois boulins; poser ces planches en évitant les ressauts de leurs bouts, les trous et autres intervalles entre elles;

4° Munir les planches, sur les trois côtés faisant face au vide, de garde-corps *m* (fig. 1 et 2) ayant au moins 0m 90 de hauteur; ce garde-corps doit être établi de telle façon qu'il soit impossible à l'ouvrier de passer au travers. Une simple corde, dont la tension est insuffisante ou dont les points d'attache sont trop éloignés, ne remplit pas le but qu'on se propose; il en est de même d'une seule main courante à 0m 90 de hauteur, car l'ouvrier, dont les deux pieds viendraient à glisser, risquerait fort de tomber dans l'intervalle compris entre le garde-corps et le plancher de l'échafaudage. Pour obtenir une sécurité complète, il est nécessaire d'installer un garde-corps formé par deux lisses parallèles, l'une à 0m 90 de hauteur, l'autre à 0m 50 du plancher de l'échafaudage; l'addition d'une plinthe de 0m 15 à 0m 20 sur le côté extérieur du plancher, outre l'avantage d'arrêter les pieds de l'ouvrier, évite la chute de matériaux et d'outils.

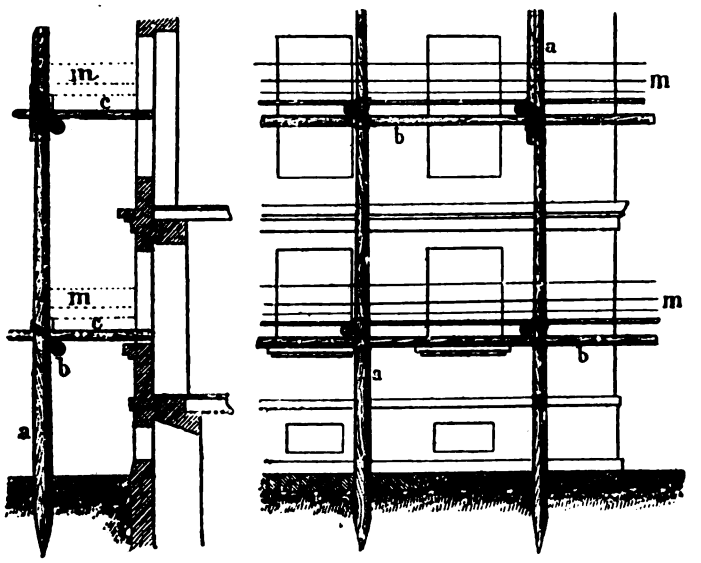


FIG. 1 et 2. — Échafaudages avec garde-corps.

Pour les travaux de réparations ou de ravalement de bâtiments, quand il y a impossibilité de faire reposer les écoperches sur le sol, comme dans une rue étroite et très fréquentée, on établit, si l'on peut disposer du premier étage, un échafaudage dit à bascule (fig. 3 et 4).

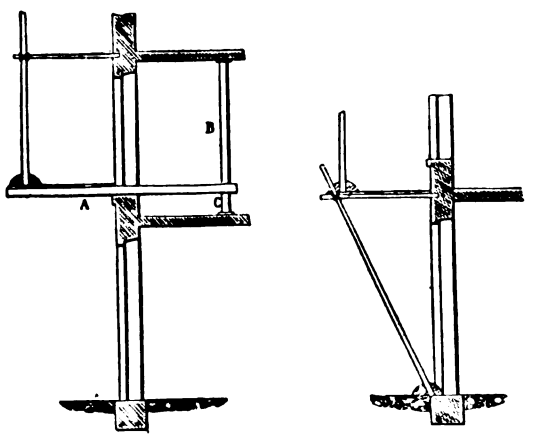


FIG. 3 et 4. — Échafaudage à bascule.

De fortes pièces de bois A (fig. 3) se posent horizontalement sur les appuis des fenêtres, et l'on s'oppose à leur mouvement de bascule en serrant leur partie inférieure entre un potelet C, qui repose sur le plancher, et un poteau vertical B, dont l'extrémité verticale s'appuie sous le plafond. Sur les parties extérieures de ces pièces, on établit le premier plancher de l'échafaudage; puis, à une distance convenable du mur, on scelle les pieds des écoperches avec de forts patins en plâtre. Dans ces échafaudages, les précautions contre la rupture et la chute sont les mêmes que pour les échafaudages fixes. Les pièces posées en bascule doivent être de fort équarrissage, si elles sont en charpente, et de gros échantillon, si elles sont en fer; ces pièces reçoivent un plancher de madriers qui doivent reposer sur trois traverses au moins.

En cas de réparations accidentelles, de crépissage ou de travaux de rejointoiement, on fait usage d'échafaudages volants, constitués par une échelle soutenue horizontalement au moyen de cadres, que les ouvriers soulèvent par la traction de cordes s'enroulant sur des poulies. Ces échafaudages doivent être suspendus par trois cordages au moins; cette précaution a pour but d'empêcher les ouvriers de tomber, en cas de rupture de l'un des cordages. Les cordages doivent s'adapter à des étriers en fer passant sous l'échelle; ces étriers, garnis en haut d'un crochet à spirale, doivent être établis de manière à supporter, par un épaulement externe, la traverse supérieure du garde-corps. Les moufles sont amarrées aux parties résistantes de la construction, tels que murs-pignons ou de refend, souches de cheminées, arbalétriers et pannes des combles. Les chevrons, balcons, barres d'appui ne pourront dans aucun cas servir à cet usage.

De même que pour les échafaudages fixes, le plancher reposant sur l'échelle doit être composé de fortes pièces solidement assemblées. Les garde-corps disposés sur les trois côtés, face au vide, n'assurent pas une complète sécurité, car l'ouvrier qui travaille sur un échafaudage volant a une tendance, dès qu'il se sent déséquilibré, non à s'appuyer sur le garde-corps, mais contre le mur qui instinctivement lui paraît plus solide; ce mouvement a pour effet d'écarter l'échafaudage, qui est très mobile, et l'ouvrier tombe entre l'échafaudage et le mur; voilà pourquoi un garde-corps doit aussi être établi sur le côté qui fait face à la construction; toutefois, comme le seul espace disponible pour le travail de l'ouvrier est celui de sa hauteur, le garde-corps faisant face à la construction peut n'être placé qu'à 0m 70 de hauteur.

Certains corps d'état, notamment les entrepreneurs de couverture et de plomberie, emploient fréquemment des échafaudages de très petites dimensions et auxquels ne peuvent s'appliquer les dispositions précédentes. Tels sont les échafaudages légers employés sur les toits, et les échafaudages métalliques roulant sur la barre d'appui des balcons. Pour les premiers, il suffit qu'ils reposent sur trois traverses fixées solidement aux parties résistantes de la construction, et qu'ils soient munis, sur le côté faisant face au vide, d'un garde-corps et d'une plinthe disposés convenablement. Les seconds ne peuvent contenir qu'un seul ouvrier, et leur siège doit être fixé solidement par l'armature. Il est nécessaire qu'ils soient également munis d'un garde-corps d'une hauteur de 0m 50 sur le côté opposé au balcon.

Les peintres et les plâtriers emploient pour s'échafauder de simples planches, dont les extrémités reposent sur les échelons de deux échelles parallèles, ou des échelles qui portent des équerres sur lesquelles reposent les planches. Ces sortes d'échafaudages ne présenteraient des conditions satisfaisantes que si le tout était fixé par des boulons, au lieu d'être seulement posé sur les appuis; il serait également très utile d'employer deux largeurs de planche au lieu d'une, de telle sorte que la plate-forme sur laquelle se trouve l'ouvrier ait au moins 0m 50 de largeur.

L'ouvrier couvreur est encore plus que le maçon exposé à des dangers de chute. Son risque est plus grand, car le toit est quelquefois très incliné. La garantie indispensable consiste ici à placer, le long du rebord du toit, une vraie palissade en planches formant cuvette et destinée à retenir l'ouvrier.

En terminant, remarquons que les garde-corps, contrairement à ce que prétendent quelques entrepreneurs, ne rendent pas impossible la montée des matériaux; on n'a qu'à recourir à de simples cordes avec poulies ou à de petits monte-charges; en admettant même que l'ouvrier soit obligé de se baisser au-dessous du garde-corps pour saisir la corde de l'appareil élévateur, il peut toujours se retenir d'une main à la lisse du garde-corps; tandis qu'il n'aurait, sans ce protecteur, aucun point d'appui. La dépense, d'ailleurs très faible, et la lenteur de l'exécution des travaux occasionnée par l'installation des garde-corps doivent être des considérations secondaires, car il est préférable de subir une gêne que de courir le risque d'un accident mortel.

ÉCHELLES. — Les échelles destinées au service des échafaudages ne doivent pas avoir une inclinaison trop forte, sans quoi elles sont exposées à fléchir. Pour que le montage soit facile, il faut que la base d'appui, c'est-à-dire la distance entre les points d'appui inférieurs et la verticale des points d'appui supérieurs, ne soit pas inférieure au quart de la longueur de l'échelle.

Afin d'empêcher le glissement des pieds, il est bon de les renforcer d'un morceau de bois de buis dans leur partie médiane.

Lorsque les échelles sont longues, il faut les étançonner en leur milieu à l'aide de deux écoperches qu'on relie et qu'on dispose en arc-boutant sous la dernière des échelles.

La fixation des extrémités est une excellente mesure; il faut, tout au moins, que l'échelle offre quatre points d'appui. Lorsque les échelles reposent sur le sol ou sur les planchers des divers échafaudages, leurs extrémités inférieures devraient être garnies de fortes pointes en fer.

Digitized by Google

Il faut surtout éviter que les échelles destinées au service des échafaudages ne manquent pas de quelques échelons. La pratique qui consiste à remplacer les barreaux rigides qui viennent à manquer par des « cordes torses » est la cause de chutes fréquentes.

Plans inclinés. — Les plans inclinés sur lesquels circulent les ouvriers, devraient toujours être munis de tasseaux ou liteaux, pour éviter le glissement des pieds; une partie lisse égale à deux largeurs de jante des roues pourrait être laissée libre, au cas où l'on se servirait de brouettes. Les planches des plans inclinés doivent être suffisamment jointives pour éviter la chute d'objets; pour la même raison, une plinthe de 0^m 20 devrait être placée verticalement sur le pourtour.

Appareils de levage. — Les appareils utilisés sur les chantiers de construction pour l'élevage des matériaux sont les poulies, les moufles, les palans, les treuils, les chèvres et les grues. Tous ces appareils comportent des cordes, des câbles ou des chaînes, qui doivent résister aux efforts auxquels ils sont soumis. Nous allons indiquer les conditions à remplir par ces engins, et les précautions à prendre pour éviter les accidents des organes dangereux.

Rupture des cordes et des chaines. — Les bons cordages doivent être durs et souples. Ils ne doivent pas sentir le pourri et l'échauffé. Ceux qui sont cotonneux ou dans lesquels on trouve des esquilles de chénevottes, doivent être rejetés; il faut aussi éviter les cordages dont les torons sont de grosseurs différentes et inégalement tordus.

La résistance momentanée d'une corde en chanvre ou en aloès peut être évaluée à 5 ou 6 kilogr. par millimètre carré de section, mais on ne doit pas leur faire supporter, dans la pratique, plus de 60 kilogr. par centimètre de périmètre, ou 80 kilogr. par centimètre carré de section.

On admet que la résistance des cordes goudronnées est inférieure d'un tiers à celle des cordes blanches de même type.

Les cordes se rompent de préférence aux points d'attache ou d'enroulement et aux nœuds; ces parties doivent être visitées fréquemment.

Tandis que les cordages en chanvre s'allongent avant de se rompre, la rupture d'une chaîne se produit sans l'apparition de symptômes extérieurs. De plus, l'examen des chaînes n'est pas aussi commode que celui des cordes ou câbles, par suite du cambouis qui les recouvre très souvent.

La rupture des chaînes résulte presque toujours de surcharges ou d'un mauvais entretien. Cette rupture peut être à peu près évitée par la mise en pratique des précautions suivantes :

1° Avant d'employer une chaîne, la soumettre à l'épreuve, et s'assurer que chaque anneau est bien régulier;

2° Ne pas faire supporter à une chaîne une charge supérieure à 600 kilogr. par centimètre carré de section;

3° Chauffer fortement à des périodes déterminées toutes les chaînes en service, afin de détruire les matières grasses qui risquent de cacher une fissure ou un défaut, et examiner ensuite chaque anneau séparément.

Accidents dus aux manivelles. — Dans l'emploi des crics, des treuils et des grues actionnés à la main, des accidents se produisent lorsque l'ouvrier vient à lâcher la manivelle. Le cliquet d'arrêt ou chien d'arrêt permet de prévenir les accidents au moment de l'élévation des charges. Mais lors de la descente, ce cliquetage n'est d'aucun effet, car il faut rabattre le cliquet.

Si les hommes qui agissent sur les manivelles ne peuvent pas s'opposer à la marche descendante trop rapide de la charge, ils sont blessés par ces manivelles qui frappent à coups redoublés. Il convient d'adapter à ces appareils des freins fonctionnant automatiquement, dès que la manivelle échappe à l'ouvrier, pendant que l'appareil est sous charge. Il existe aussi un encliquetage (système L. Hoest) qui a été imaginé pour assurer la sécurité pendant la descente. Voici en quoi consiste ce système, dont nous empruntons la description au *Bulletin de l'Association des Industriels du Nord de la France contre les accidents*. A l'inverse du cliquet ordinaire, qui est plus lourd du côté du bec, celui-ci a une queue Q (fig. 5) dont le poids est suffisant pour tendre à tenir toujours le bec levé. Cette queue porte elle-même une sorte de doigt D qui tend à venir s'appliquer sur les dents C du rochet; dans le mouvement de descente, ce doigt est successivement repoussé par chacune des dents, et le bec B tend en même temps à venir en prise. Mais, jusqu'à une vitesse donnée de la descente, celle pour laquelle le cliquet aura été établi, les chocs sur le doigt ne sont pas assez forts pour imprimer au cliquet une amplitude d'oscillation suffisante pour que le bec vienne rencontrer le rochet. Si, au contraire, la vitesse s'accélère, les chocs deviennent plus forts sur le doigt, l'amplitude d'oscillation augmente et le bec vient faire prise au fond d'une des dents. La secousse est assez brusque, et il faut établir l'axe de rotation du cliquet en conséquence.

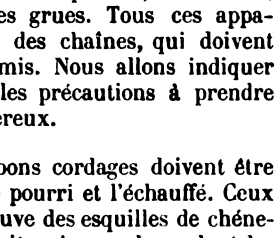


Fig. 5.
Encliquetage, système L. Hoest.

Ce cliquet ne supprime pas l'encliquetage habituel, auquel il est seulement utile de l'adjoindre.

Autres accidents. — On rencontre souvent des grues mobiles à plateforme, dans lesquelles celle-ci n'est munie d'aucun garde-corps; c'est une négligence qui a causé des chutes dangereuses.

Les leviers d'embrayage, soit du mouvement de rotation de la grue, soit du mouvement de la chaîne, doivent être calés d'une manière convenable pour éviter les mises en marche inopinées, par suite des trépidations de la machine.

On doit toujours indiquer très visiblement sur la grue elle-même la charge maximum qu'elle peut enlever et s'abstenir de la dépasser.

Afin d'éviter les blessures par les engrenages, par les cônes et les plateaux de friction, ou par les autres organes des appareils de levage, il faut placer devant les parties dangereuses des dispositifs protecteurs, couvre-engrenages, garde-mains, etc., s'abstenir d'effectuer le graissage pendant la marche, et veiller à ce que les mécaniciens portent des vêtements bien ajustés et non flottants.

Enfin, nous signalerons les prescriptions suivantes qui figurent dans tous les règlements des Associations professionnelles allemandes (Berufgenossenschaften) :

1° Interdire aux ouvriers de passer sous les fardeaux suspendus;

2° Essayer à la résistance et au fonctionnement, au moins une fois par an, toutes les pièces des appareils de levage.

Transport des matériaux. — Le transport, au point d'utilisation, des matériaux nécessaires dans les travaux du bâtiment, s'effectue habituellement au moyen de véhicules à traction animale. Les ouvriers affectés à la manutention de ces matériaux, sont victimes d'accidents, dont quelques-uns pourraient être évités par la pratique des précautions suivantes :

1° Ne faire usage que de chariots munis d'un frein énergique, et vérifier fréquemment si le frein fonctionne bien;

2° Disposer autant que possible un siège pour le conducteur;

3° N'employer comme conducteurs de véhicules que des ouvriers sérieux, sobres, connaissant le pays à traverser;

4° Munir de solides muselières les bêtes de trait qui sont vicieuses et les désigner dans les écuries comme dangereuses à approcher.

Préparation des matériaux. — La taille des diverses pierres, notamment des marbres, des granits, des laves, des basaltes et des calcaires très durs, exposent les ouvriers à la projection d'éclats qui mettent leurs yeux en danger.

Les mesures de protection qui doivent être prises pour éviter ce genre d'accidents, sont en majeure partie des moyens individuels qui nécessitent à chaque instant la coopération volontaire de l'ouvrier. Malheureusement, celui-ci ne se soumet que très difficilement à tout ce qui modifie ses habitudes. Voilà pourquoi les lunettes qui empêcheraient de graves accidents ne sont qu'exceptionnellement utilisées.

Un système de protection, qui exigerait à un degré moindre que les lunettes la coopération volontaire de l'ouvrier, a été imaginé par un inspecteur départemental du travail, M. Lebrun. Le principe de l'appareil de M. Lebrun consiste à disposer au-dessus du taillant ou de la pointe de l'outil un écran translucide qui arrête les éclats fournis pendant le travail, tout en permettant à l'ouvrier de suivre des yeux la besogne qu'il effectue. Ce *pare-éclats* protège non seulement l'ouvrier qui l'emploie, mais encore ceux qui se trouvent ou circulent autour de lui.

Les tailleurs de pierre ont souvent à manier des blocs dont le poids est énorme. A cet effet, ils se servent de pinces, de rouleaux et de crics. La pince doit avoir sa plus courte extrémité recourbée sous un angle obtus. Avec ce talon, elle prend appui sans que l'ouvrier ait trop à se baisser pour la manœuvrer.

On sait que les rouleaux ou roules sont de petites pièces de bois, à section circulaire, qu'on place sous les pierres pour en faciliter le déplacement. Le diamètre de ces rouleaux ne doit pas être inférieur à 0^m 06 et leur longueur à 0^m 60. On ne peut les employer avec facilité que sur un chemin en planches ou en plats bords.

Travaux de montage, de réparation et de peinture. — Les ouvriers qui sont employés au montage, à la réparation, à la peinture des pylônes et colonnes métalliques, de ponts et de passerelles, etc., sont exposés à des chutes très graves.

On évite ces accidents par l'emploi de ceintures munies de courroies ou de cordages; mais ces appareils sont gênants pour l'ouvrier, auquel ils enlèvent la liberté de ses mouvements.

Digitized by Google

M. Ravasse a remédié à cet inconvénient en créant un nouveau modèle de ceinture, qui a donné de bons résultats.

La ceinture Ravasse, qui a été décrite dans le *Bulletin de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail*, diffère des anciens systèmes par l'emploi d'un anneau mobile (fig. 6 et 7) muni de deux ouvertures A et B, à travers lesquelles passe à frottement une solide courroie, en cuir tanné au chrome. Cette courroie se fixe à une forte ceinture, en cuir ou en toile tissu pompier, qui enlace la taille de l'ouvrier. L'anneau mobile ne peut pas s'échapper, grâce à un rivet qui traverse la courroie en C.

Pour faire l'ascension d'un pylône, il suffit à l'ouvrier de passer autour du point d'appui l'extrémité libre de la courroie, de l'engager dans l'ouverture B de l'anneau mobile et la fixer à une boucle D cousue à la ceinture. Toute liberté lui est ainsi donnée pour faire varier, à son gré, l'ouverture de la boucle, en rapprochant ou éloignant l'anneau mobile.

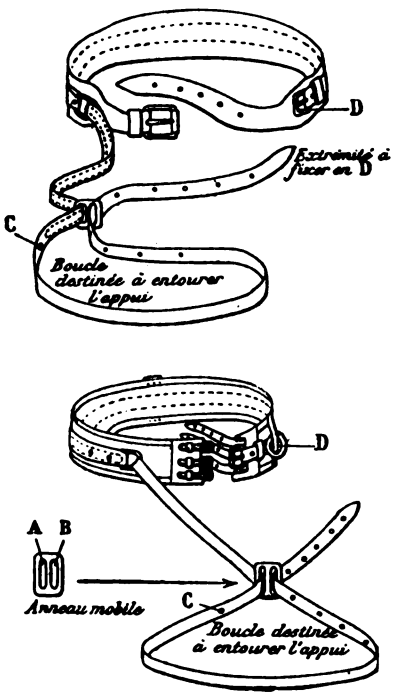


Fig. 6 et 7. — Ceinture de sûreté Ravasse. (Modèle en cuir et modèle en toile.)

Cette ceinture empêche le renversement de l'opérateur, elle empêche également sa chute verticale, et le maintient contre l'appui, en le laissant descendre lentement jusqu'à terre.

Conclusion. — Telles sont les principales mesures que devraient prendre les chefs d'entreprise de l'industrie du bâtiment, pour réduire au minimum le nombre d'accidents qui surviennent dans leurs chantiers. Mais, pour aboutir à une protection complète, il conviendrait d'aller plus loin et d'imposer certaines prescriptions, très simples, d'ailleurs, aux propriétaires d'immeubles.

C'est ainsi que des garde-corps fixes devraient être disposés sur la plus haute assise de maçonnerie, lorsque la toiture aurait une pente dépassant $0^m 30$ par mètre. De nombreux toits sont percés de châssis vitrés qui, théoriquement, doivent éclairer des courettes. La poussière qui recouvre ces châssis les fait confondre avec le zinc qui les entoure. La circulation devient, dès lors, dangereuse pour les personnes appelées à circuler sur les toits. Il serait facile d'obvier à ce regrettable état de choses, qui a déjà fait de nombreuses victimes, en entourant toutes les parties vitrées d'une rampe basse ou en les recouvrant d'un grillage solide.

Pour éviter également les accidents nombreux qui surviennent, lors des réfections de façades, à des ravaleurs ou à des peintres, et qui sont surtout causés par la difficulté éprouvée dans la fixation des pièces de bois ou de fer qui reçoivent les palans des échafaudages volants, il pourrait être imposé de munir les bâtiments neufs de dispositifs fixes, tels que tubes d'attente traversant les murs et dans lesquels s'engageraient les pièces ou consoles supportant les échafaudages volants.

Paul Razous,
Licencié ès Sciences,
ancien Inspecteur du travail dans l'industrie.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

LA RADIOSCOPIE STÉRÉOSCOPIQUE

La radioscopie stéréoscopique, qui permet de voir, en même temps, les images du sujet examiné sur deux faces à la fois, constitue un réel progrès sur la radioscopie simple, dont l'emploi est souvent limité par le manque de netteté des images. Pour faire de la radioscopie stéréoscopique, il faut disposer de deux foyers de rayons X alternants, et regarder sur un écran fluorescent les ombres projetées, en ayant soin de masquer alternativement chacun des deux yeux, de telle sorte que l'œil droit, par exemple, ne voie que les images produites par le foyer de droite, et l'œil gauche, celles produites par le foyer situé à gauche, ou inversement. Dans l'un des cas, on verra l'objet traversé par les rayons comme si on plaçait les yeux à la place de l'ampoule ; dans l'autre, on le verra comme s'il était retourné. Ces résultats s'obtiennent aisément aujourd'hui, grâce à l'appareil que M. P. Villard vient de combiner, et que nous allons décrire, d'après une communication qu'il a faite, récemment, à la Société d'Encouragement, sur la production et l'utilisation pratique des rayons X.

M. Villard, qui s'était proposé d'obtenir la radioscopie stéréoscopique au moyen d'une seule source d'électricité, a d'abord modifié la bobine de Ruhmkorff, dont le rendement est mauvais. Il a supprimé complètement l'interrupteur, et réalisé un appareil dont la partie fondamentale est un transformateur à circuit magnétique fermé, consommant 7 à 8 ampères, sous 110 volts (soit environ 800 watts apparents et 300 watts réels), et donnant, entre les bornes secondaires, 50 000 volts efficaces. L'étincelle, entre boules de 20 millimètres, jaillit à 9 centimètres environ ; c'est alors une véritable flamme de la grosseur du doigt, qui, entraînée par l'air qu'elle échauffe, forme

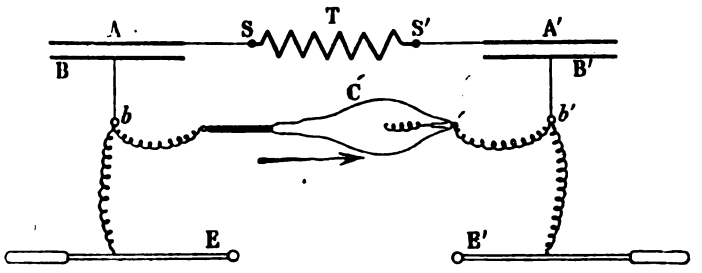


Fig. 1. — Schéma du dispositif de M. Villard pour obtenir des décharges de sens constant.

au-dessus de l'excitateur un arc sinueux de 30 à 40 centimètres de développement. L'intensité du courant, énorme si on la compare à celle d'une décharge de bobine ordinaire, atteint alors 5 centièmes d'ampère.

Afin de rendre le maniement de cet appareil plus commode et de pouvoir faire impunément du court-circuit, les bornes SS′ du secondaire T (fig. 1) sont reliées aux armatures AA′ de deux condensateurs en micanite, disposés dans une boîte qui s'adapte à la caisse renfermant le transformateur (fig. 3), de manière à rendre inaccessibles les bornes SS′. L'opérateur n'a à sa disposition que les bornes *bb′*, qui sont reliées aux armatures BB′ des condensateurs ; elles sont supposées réunies, dans la figure 1, à un exploseur EE′.

Fig. 2. — Soupape électrique.

Le circuit secondaire étant ainsi coupé par les lames isolantes des condensateurs, le débit électrique est automatiquement limité ; si un court-circuit est établi entre les boules EE′, l'intensité du courant ne dépasse pas la valeur qu'on s'est fixée à l'avance, en choisissant la capacité des condensateurs.

Fig. 3.
Vue du transformateur, muni des condensateurs et des soupapes survoltrices.

Avec l'appareil ainsi disposé, on obtient, entre les boules EE′, une série d'étincelles brillantes, qui sont semblables à celles données par une machine statique munie de ses condensateurs, mais beaucoup plus nombreuses (80 à 100 par seconde, suivant la fréquence du courant primaire). Le débit peut, d'ailleurs, en être diminué à volonté par l'adjonction de condensateurs auxiliaires, intercalés en série avec les premiers, à la suite des bornes *bb′*.

L'expérience montre que la dépense nécessaire à la production d'étincelles beaucoup plus brillantes que celles d'une bobine de Ruhmkorff est insignifiante, car l'intensité du courant primaire ne varie

Digitized by Google

pas sensiblement quand l'excitateur EE′ fonctionne ; il est donc possible de demander à l'appareil une puissance bien supérieure à celle des grosses bobines usuelles.

Les décharges obtenues étant alternatives, sont redressées à l'aide d'un dispositif basé sur les propriétés des gaz raréfiés : une ampoule en verre C, disposée comme le montre la figure 2, ne présente, en effet, qu'une résistance insignifiante quand la grande électrode est cathode, et une résistance énorme dans le cas inverse. En la disposant convenablement entre les bornes *bb′* (fig. 1), une alternance passant par l'excitateur, l'autre passe par la soupape. Ce dispositif offre, en outre, l'avantage considérable de doubler le voltage disponible aux boules de l'excitateur, entre lesquelles on obtient alors aisément une étincelle de 20 centimètres. Dans la pratique, il convient d'employer, non pas une, mais deux soupapes en série.

Enfin, il est possible de mettre plusieurs condensateurs en dérivation sur le même transformateur ; dans ce cas, les plateaux métalliques

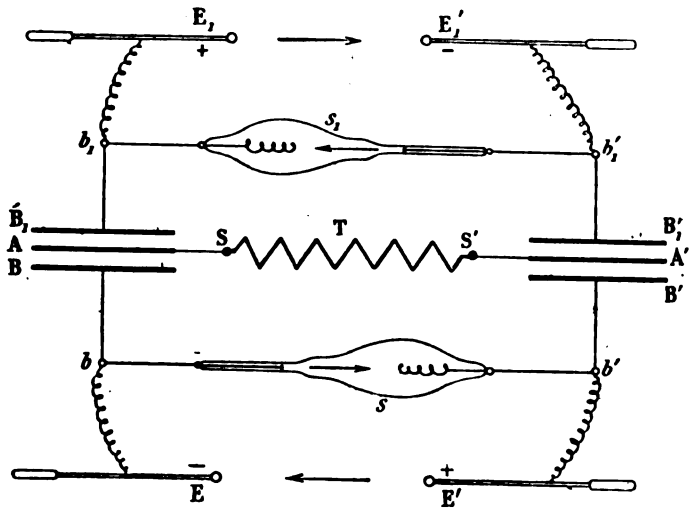


Fig. 4. — Subdivision du courant secondaire en décharges alternantes.

AA′ (fig. 4), reliés aux extrémités du fil secondaire T, sont placés entre deux armatures externes distinctes, BB_1 et $B'B'_1$, munies chacune de bornes PP′, disposées par paires sur les deux faces de l'instrument (fig. 3). On réalise ainsi deux sources électriques synchrones qui, munies de leurs soupapes, permettent la production de décharges de sens constant, simultanées si les soupapes sont placées de même, ou alternantes avec la disposition inverse. Le montage indiqué par la figure 4 se rapporte au cas des décharges alternantes (une seule soupape a été figurée pour chaque circuit).

Si une seule source d'électricité est utile, on relie en parallèle les armatures externes des condensateurs ; une paire de soupapes étant alors supprimée, le débit est double.

Ce transformateur condensateur est, à la fois, plus simple que la bobine d'induction et capable de fournir une puissance beaucoup plus grande ; il est, en outre, réglable à volonté, et permet de faire, dans d'excellentes conditions, de la radioscopie stéréoscopique par les courants alternatifs. On dispose, dans ce cas, les deux paires de soupapes de manière à avoir des décharges alternantes, et on relie les deux groupes de bornes de l'appareil aux électrodes d'une ampoule double, formée par deux ampoules identiques de faible diamètre, communiquant entre elles par un tube étroit, afin que le vide soit le même dans les deux ampoules. L'ampoule imaginée par M. Colardeau, et construite avec des dimensions assez grandes, convient parfaitement pour ces expériences.

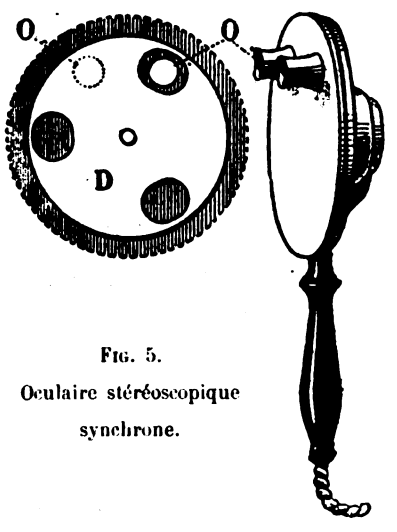


Fig. 5.
Oculaire stéréoscopique synchrone.

Le stroboscope, destiné à masquer et démasquer alternativement les yeux de l'observateur, a nécessité une étude spéciale ; il a été conçu de la manière suivante :

Un moteur synchrone hexapolaire minuscule, à fer tournant, entraîne, à la vitesse d'un tiers de tour par période, un léger disque en carton, portant trois ouvertures équidistantes. Ce disque D (fig. 5) est placé, avec le moteur, dans une boîte légère munie de deux œilletons O, distants d'un sixième de tour, soit une demi-période, et placés, naturellement, à la distance des yeux, ce qui fixe les dimensions de l'appareil ; le tout est muni d'un manche permettant de tenir l'objet à la main. Le courant est amené au moteur à l'aide d'un fil souple. Ce petit moteur, dont la mise en route se fait à la main, est complété par une pièce permettant de décaler l'inducteur d'un sixième de tour, afin de pouvoir régler convenablement la *phase*.

Les œilletons étant démasqués successivement à une demi-période d'intervalle par la rotation du disque fenêtré, chaque œil ne voit que ce qui se produit pendant les alternances de même parité. En regardant au travers de cet oculaire le transformateur en activité, monté comme l'indique la figure 4, on verra donc avec l'œil droit, par exemple, les étincelles EE′, et celles-là seulement ; les étincelles $E_1E'_1$ ne seront vues, au contraire, que par l'œil gauche.

La stéréoscopie radioscopique s'obtient alors sans difficulté ; la double ampoule de Crookes, reliée aux bornes du transformateur, donne deux sources alternantes de rayons X, lesquelles produisent sur l'écran fluorescent deux silhouettes instantanées successives des objets interposés et, au travers de l'oculaire tournant, chaque œil ne voit que les silhouettes produites par l'une des sources. Ces impressions, par suite de leur persistance, se composent comme si elles étaient simultanées, et le relief apparaît.

Un commutateur, intercalé sur le primaire du transformateur, permet d'inverser à volonté le sens du courant ; comme il s'agit de courants alternatifs, cette manœuvre décale le courant d'une demi-période et, par suite, échange entre eux les foyers de rayons X. Il en résulte une inversion du relief, exactement comme si l'objet examiné était retourné brusquement, ce qui facilite notablement la production de l'effet stéréoscopique, toujours imparfait lorsque les objets sont épais. L'inversion du courant permet aussi de corriger les erreurs résultant de la présence d'un obstacle très opaque, placé au milieu d'objets ne portant que des ombres légères : l'obstacle en question a une tendance marquée à paraître en avant. Dès qu'on inverse le courant, on le voit reculer ou avancer et l'erreur de jugement disparaît.

La radioscopie stéréoscopique peut également s'obtenir avec le matériel ordinaire des installations radioscopiques ne possédant qu'une puissante machine statique, ou bien qu'une bobine de Ruhmkorff, actionnée par un interrupteur Wehnelt. Dans les deux cas, on obtient un nombre considérable de décharges par seconde (500 à 1 500 avec le Wehnelt, 2 000 au moins avec la machine statique). Chacune de ces décharges est de puissance médiocre, mais leur nombre compense ce défaut et, pratiquement, tout se passe comme si l'ampoule était alimentée par une source continue.

Le dispositif employé (fig. 6 et 7) comprend alors une ampoule

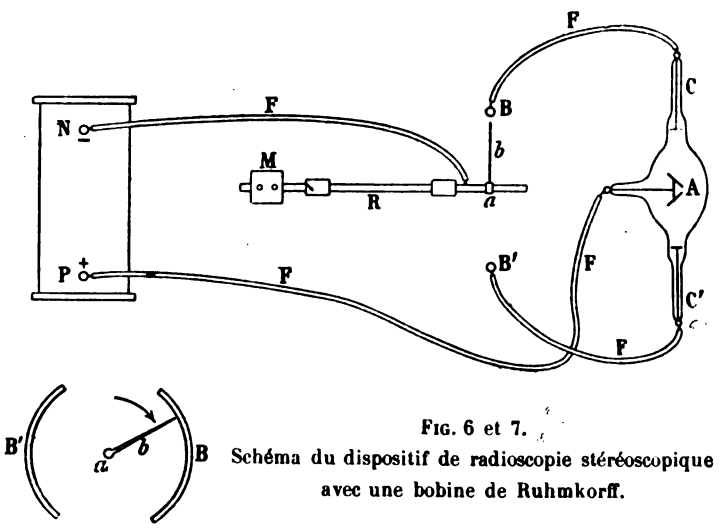


Fig. 6 et 7.
Schéma du dispositif de radioscopie stéréoscopique avec une bobine de Ruhmkorff.

stéréoscopique portant deux cathodes opposées CC′, et une anode unique A en forme de toit à deux pentes. Le pôle positif O de la bobine communique constamment avec cette anode. Le pôle négatif N est relié par un fil à un axe *a*, sur lequel est fixée une aiguille *b* ; cet axe est réuni à celui d'un petit moteur M à l'aide d'un raccord isolant, constitué par une tige de verge et deux courts tubes de caoutchouc. L'aiguille *b* peut ainsi être animée d'un mouvement rapide de rotation, qui amène sa pointe successivement devant les secteurs B et B′, reliés aux cathodes CC′. De ce fait, le pôle négatif de la bobine est alternativement mis en relation avec les deux cathodes, et les foyers de rayons X sont alternatifs.

Toutefois, la rotation de l'oculaire doit être rendue synchrone de celle du moteur M. Si l'on dispose de courant alternatif, il suffira d'alimenter l'oculaire et le moteur M par une dérivation prise sur la source alternative ; avec du courant continu, on munira le moteur M (à courant continu), de deux bagues reliées à deux points de l'induit, distants de 180 degrés ; celles-ci fourniront à l'oculaire le courant alternatif nécessaire, qui sera ainsi toujours synchrone avec la rotation du moteur M.

Digitized by Google

Dans le cas où l'on n'aurait aucune source d'électricité à sa disposition, la bobine serait naturellement remplacée par une machine statique ; l'axe *a* serait mû mécaniquement au moyen d'un petit tour, et un engrenage, réduisant la vitesse dans le rapport de 3 à 1, transmettrait à l'oculaire rotatif hexapolaire, par l'intermédiaire d'un flexible, le mouvement de rotation qui serait ainsi synchrone, quelle que soit la vitesse.

Avec le dispositif indiqué (fig. 6 et 7) et une bobine de 25 centimètres d'étincelle seulement, alimentée par trente accumulateurs, on peut observer facilement le relief d'un thorax.

En résumé, M. Villard estime que la radioscopie stéréoscopique effectuée, soit avec son transformateur condensateur, soit avec le dispositif à aiguille tournante, donne d'excellents résultats, surtout lorsqu'il s'agit d'objets simples, peu épais, ne diffusant pas trop les rayons X, comme c'est le cas pour la main, le bras, le pied, la mâchoire; l'écran est vivement illuminé et les ombres sont nettes. Dans le cas du thorax, le relief apparaît moins facilement, les silhouettes du cœur et de la colonne vertébrale manquent de détails et de netteté, et la partie des côtes opposée à l'écran n'est jamais bien visible. Il faudrait avoir des ampoules plus puissantes ou des écrans plus sensibles. Cependant on arrive à des résultats satisfaisants, en prenant la précaution de faire mouvoir le sujet pendant qu'on l'observe.

Dans tous les cas, malgré ses imperfections, la stéréoradioscopie est susceptible de rendre, dès maintenant, de grands services ; elle présente, sur la radioscopie simple, une réelle supériorité, qui ne peut que s'accroître avec les perfectionnements que subiront les moyens de production des rayons X.

JURISPRUDENCE

LES CLAUSES ATTRIBUTIVES DE JURIDICTION
sur les factures.

Il est d'usage que les commerçants complètent les conventions intervenues entre eux, par des mentions qui sont imprimées sur leurs documents de correspondance, et, notamment, sur les factures du vendeur.

La plus fréquente de ces clauses est celle qui stipule que les marchandises sont payables au domicile du vendeur, et que les traites tirées par celui-ci n'emportent pas novation à cette stipulation.

Cette clause est généralement ainsi conçue :

La faculté de disposer n'est pas une dérogation au lieu d'exigibilité qui est Paris;

Ou :

Nos marchandises doivent être payées à Paris. Les traites que nous tirons sur nos clients ne peuvent être considérées comme une dérogation à cette clause attributive de juridiction ;

Ou encore :

Les traites tirées ne détruisent pas la condition expresse du paiement au domicile du vendeur.

Ces formules, qui tendent toutes au même but, peuvent varier à l'infini dans leurs termes, mais on ne saurait trop recommander de les rédiger de la manière la plus explicite.

Il s'agit, en effet, de faire entendre à l'acheteur que, malgré les traites tirées sur lui, à son domicile, les marchandises sont payables au domicile du vendeur et qu'en cas de contestation, c'est le tribunal du domicile du vendeur qui sera compétent, conformément à l'article 420 du Code de procédure civile, qui dispose que « le demandeur pourra assigner devant le tribunal dans l'arrondissement duquel le paiement devait être effectué ».

Au point de vue légal, la validité d'une mention de cette nature a été mise en lumière par un arrêt de la Cour de cassation, en date du 12 février 1883 (*Dalloz*, 1883-1-257).

Voici les principaux considérants de cet arrêt :

Attendu que ces indications ont un sens aussi net et aussi formel que possible pour les négociants ;

Que, dans les relations commerciales, elles ont pour signification et pour portée d'indiquer à l'acheteur que, quel que soit le mode de recouvrement employé par le vendeur, celui-ci entend conserver le droit de porter devant le tribunal de son domicile, comme lieu de paiement, le jugement des difficultés auxquelles le marché pourrait donner lieu ;

Qu'à la réception de cette facture, G..., qui s'est plaint de l'envoi tardif des marchandises, sans entendre par là renoncer à l'exécution de son marché, n'a nullement protesté contre les conditions de la vente, telles qu'elles étaient précisées dans la facture ;

Que cette pièce est restée ainsi plusieurs jours en sa possession, et qu'il en a accepté les indications en ce qui concerne les qualités, le prix et les conditions de paiement pour le lieu et pour le terme ;

Que les parties pouvaient, dès ce moment, se prévaloir réciproquement des diverses indications que la facture contenait...

Ainsi, la Cour de cassation considère qu'en omettant de protester contre l'indication du lieu que la facture assigne au paiement, l'acheteur en accepte implicitement la stipulation.

Des arrêts plus récents ont confirmé cette jurisprudence (C. cass. 1er août 1888 ; 14 novembre 1892, *Sirey*, 1893-1-32).

Plus spécialement, la Cour de Dijon a jugé, le 22 mars 1897 (*Sirey*, 1899-2-9), qu'il importe peu que la clause attributive de juridiction figure sur la facture en caractères imprimés, alors, d'une part, que l'acheteur, en sa qualité de négociant, ne pouvait ignorer l'intérêt qui s'attache aux mentions, imprimées ou non, des factures, et alors, d'autre part, que la clause en litige, à raison de la disposition particulière des caractères typographiques, ne pouvait manquer d'appeler l'attention de l'acheteur.

Mais il doit être bien entendu que cette doctrine, qui est fondée sur l'idée d'acceptation tacite par l'acheteur, ne serait plus exacte, si la mention dont il s'agit était contraire à une condition expresse du contrat.

Par exemple, lorsque la convention stipule que le paiement aura lieu au domicile de l'acheteur, les mentions imprimées de la facture du vendeur ne pourraient la modifier. C'est ce qu'a jugé la Cour de cassation dans un arrêt du 18 juin 1879 (*Dalloz*, 1891-1-34, 4e espèce). Et cette décision est d'autant plus notable que, ce même jour, la Cour de cassation a rendu plusieurs arrêts qui consacrent tout à la fois le principe et cette limitation.

Louis Rachou,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

VARIÉTÉS

Volatilisation des chlorures métalliques.

Les pertes par volatilisation des métaux, quand on traite les minerais par grillage en milieu oxydant, en présence du sel marin et du soufre, travail depuis longtemps appliqué aux minerais d'argent avant amalgamation ou lavage à l'hyposulfite, atteignent souvent des proportions dépassant toute prévision.

D'après l'*Engineering and Mining*, des expériences faites au laboratoire dans un fourneau à moufle sur l'or, l'argent, le cuivre, le plomb, le zinc, etc., ont conduit aux conclusions suivantes :

L'or est de tous les métaux étudiés celui qui se volatilise le plus facilement : la proportion de métal entraîné s'élève de 80 °/₀ jusqu'à 99 °/₀, suivant la proportion de sel et de soufre, et la durée du grillage. Il paraît certain que le métal se dégage à l'état de chlorure, simple ou double, quoique la température du four soit de beaucoup supérieure à la température de décomposition du chlorure ; dans certaines usines, où le traitement se fait sur plusieurs tonnes de minerais, on trouve l'or à l'état métallique dans les carneaux de fumée ou dans les appareils de condensation.

Pour l'argent, la volatilisation du chlorure se produit au fur et à mesure de sa formation pendant le grillage, à condition que la température soit suffisamment élevée et que la réaction ait lieu en présence d'un excès d'air. Les essais pratiqués sur différents minerais ont donné une proportion de métal volatilisé analogue à celle de l'or.

Dans le travail des minerais de cuivre, par grillage et lixiviation, on abaisse au minimum les pertes par volatilisation, en faisant les grillages à basse température. Pour les usines traitant le minerai par chloruration et volatilisation, il faut, lorsque le cuivre est accompagné de fer, pratiquer un premier grillage avant de faire l'addition du sel ou du soufre complémentaire. Les essais de volatilisation ont donné jusqu'à 100 °/₀ de métal volatilisé.

De tous les composés naturels du plomb, le chlorure est le plus volatil, quoique les fumées des fours contiennent du sulfate aussi bien que du chlorure de plomb. Ce métal est entièrement volatilisable. Quant au zinc, l'addition de la quantité théorique de sel ne produit que la volatilisation de la moitié du métal. Le bismuth, l'arsenic, l'antimoine sont entièrement volatilisés. Le fer et l'aluminium offrent l'apparence d'une légère volatilisation.

Quant aux minerais complexes, les expériences ont été faites sur un minerai déjà désulfuré jusqu'à formation du sulfure de plomb normal, auquel on ajouta la quantité théorique de sel. Le grillage de volatilisation peut arriver à produire le départ de la totalité du plomb, de l'or et de l'argent, et non du zinc ; ce dernier métal ne passa, durant les essais, que dans la proportion de 10 à 35 °/₀. Le nickel semblerait devoir s'écarter un peu des métaux de son groupe.

Toutes choses égales d'ailleurs, les essais en grand auraient confirmé les expériences du laboratoire. Les proportions de sel et de soufre ont

Digitized by Google

toujours été celles de la théorie correspondant aux réactions chimiques. La finesse des tamis de préparation des mélanges a permis d'obtenir un contact intime des matières, même à l'état sec. Les quantités de soufre et de sel à ajouter sont déterminées d'après la quantité nécessaire pour la formation des sulfures normaux des métaux non précieux, avec un léger excès dans le but de rendre acides les liquides de condensation. Pour le traitement, on peut employer un système quelconque de four; les meilleurs sont ceux qui sont pourvus d'agitateurs.

L'opération se fait en chargeant le four avec le mélange de sel et de minerai. La réaction commence aussitôt que la température atteint 750 ou 850 degrés. Le soufre est rapidement transformé en SO^3 sous l'influence de l'atmosphère oxydante et des oxydes du minerai, avec formation abondante de SO^2. Puis le chlorure de sodium est décomposé et forme les chlorures volatils des métaux. Les fumées du four contiennent alors tous les métaux : on les fait passer dans des appareils de condensation à injection d'eau, où l'on recueille l'or à l'état métallique, l'argent sous forme de chlorure, et le plomb à l'état de sulfate insoluble, que l'on sépare par filtration. Le cuivre reste en solution sulfurique, et on peut l'en retirer par précipitation au moyen du fer ou par électrolyse.

Presse à fabriquer les écrous, système Burdict.

La machine à fabriquer les écrous, de la Howard Iron C°, dont la description est donnée par l'*American Machinist*, peut fournir, par jour, environ 20 000 écrous, à quatre ou six pans, et de grandeurs variables suivant les outils dont on la munit.

Sur le bâti de cette machine (fig. 1 et 2) peut glisser un chariot en deux pièces a, a_1, qui porte une tige d armée d'une lame tranchante.

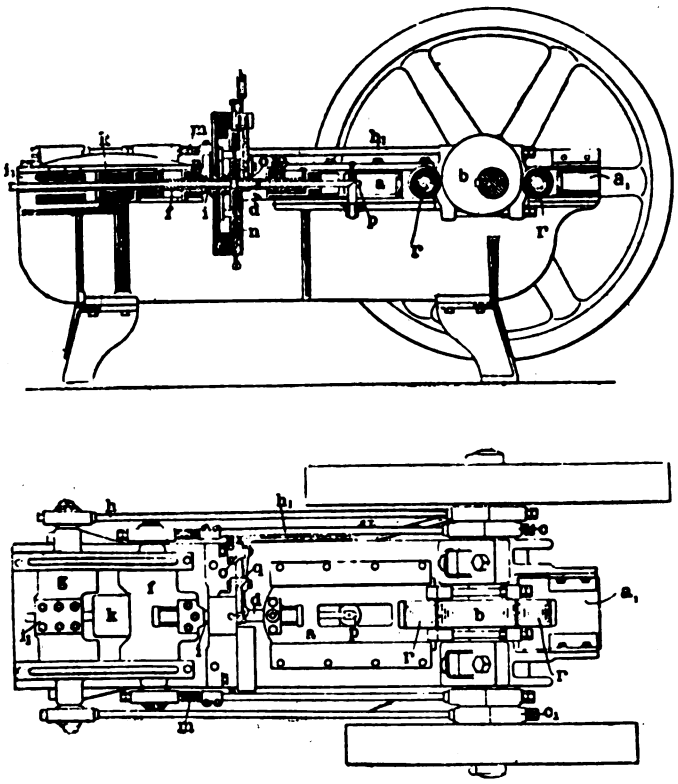


Fig. 1 et 2. — Coupe verticale et plan de la presse à écrous, système Burdict.

Les flasques a et a_1, reliées par deux entretoises, reçoivent leur mouvement commun par l'intermédiaire de l'excentrique b, qui agit par friction sur deux rouleaux r.

D'autre part, quatre excentriques c, c_1, montés deux par deux sur l'arbre moteur, commandent, au moyen des tiges h et h_1, les chariots g et f. Le premier porte un poinçon i_1, et le second un poinçon creux i, qui présente extérieurement le profil de l'écrou, et qui forme en outre un manchon, à l'intérieur duquel i_1 peut se mouvoir.

La matrice n est placée au milieu de la presse.

Le fonctionnement de la machine a lieu comme suit : la tige de fer, d'où l'on doit tirer les écrous, préalablement portée au rouge, est placée dans l'appareil devant la matrice n. Son extrémité vient buter contre un taquet o, dont la position est réglée suivant les dimensions que doit avoir l'écrou. La cisaille d, poussée en avant par le mouvement de l'excentrique b, coupe la partie de la barre qui dépasse le tranchant de la cisaille, et l'entraîne devant le poinçon i, qui, par suite du calage des excentriques c, se trouve alors immobile. En effet, des ressorts m, interposés sur les tiges h_1, absorbent le léger déplacement qui aurait lieu avec une commande rigide, et maintiennent le chariot f appuyé contre le sommier k.

La flasque g se met alors en mouvement, sous l'impulsion des excentriques c_1, et le poinçon i presse le morceau de fer dans la matrice n, pendant que la tige d reste immobile, et que le poinçon i_1 perfore le centre de l'écrou.

L'écrou est alors forgé : il ne reste qu'à le dégager de l'étampe, ce qui s'obtient par le mouvement de retour de d, et la continuation du mouvement d'avancement de i. Un poinçon p, fixé au bâti de la presse, expulse la débouchure, et l'écrou brut peut être reçu dans un récipient placé sous la machine.

Le type fabriqué peut être modifié par le simple changement de l'étampe et des poinçons.

La machine travaille généralement à une vitesse de 80 tours.

Son poids est d'environ 4 tonnes.

Moteur à pétrole Mietz et Weiss, pour machines marines.

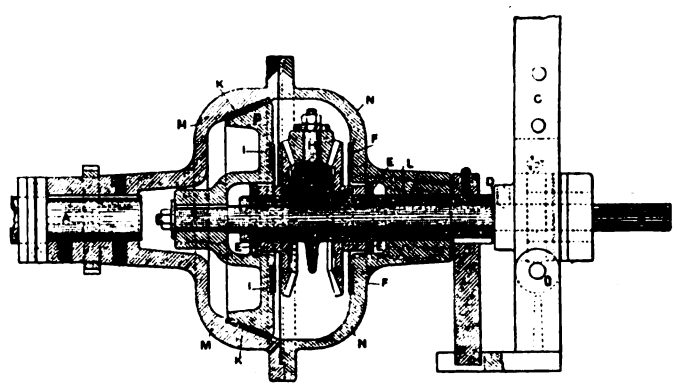
Ce moteur est du type à deux temps, donnant une impulsion à chaque tour de l'arbre manivelle; sa destination particulière a conduit à quelques particularités de construction que nous signalerons, d'après un article de l'*Iron Age*.

L'alimentation se fait, ici, par une pompe dépendant d'un régulateur à force centrifuge, étudié spécialement en vue d'éviter les irrégularités dues aux mouvements de roulis et de tangage. Ce régulateur consiste en une masse pesante supportée en son centre et faisant un, deux ou trois tours par révolution de l'arbre de couche, selon que la machine est à un, deux, ou trois cylindres. Cette masse commande le piston plongeur d'une pompe qui donne un coup pour chaque tour de l'arbre du régulateur, amenant, chaque fois, dans le distributeur, une quantité de pétrole variable suivant la charge de la machine.

Le pétrole est vaporisé dans le cylindre, se mélange au courant d'air pris dans la cage des manivelles quand le piston est au point mort avant, puis subit la compression jusqu'au quart de son volume pendant la course de retour. L'allumage se produit au moment où le piston arrive au point mort arrière, au moyen d'un dispositif sans ratés à toutes les vitesses.

L'embrayage de l'hélice se fait par l'intermédiaire d'un manchon qui permet de renverser le sens du mouvement. La figure ci-dessous représente une coupe longitudinale de cet appareil.

Sur l'arbre A de la machine est calé le manchon d'embrayage formé de deux coquilles jointives M et N, réunies par des boulons. La coquille



Coupe du dispositif de renversement de marche.

M porte une friction K, qui donne le mouvement *avant* à l'hélice par son contact avec la face correspondante de la pièce P, calée sur l'arbre B du propulseur.

Cet arbre B peut, au moyen du levier C, articulé en O, prendre un petit mouvement dans le sens de sa longueur. Ce mouvement dégage la friction K et permet ensuite de mettre en prise la friction F avec la surface correspondante de la roue d'engrenage G, folle sur la pièce creuse L. La roue G communique son mouvement au pignon H, qui engrène à son tour avec la roue folle J; enfin l'amplitude du mouvement de l'arbre permet d'appliquer la friction I de la pièce P contre la surface correspondante de la roue J. Cet ensemble constitue une sorte de différentiel qui donne à l'arbre B un mouvement inverse de celui qu'il recevait par la friction K. L'arbre B tourne à l'intérieur de la pièce L, qui porte les engrenages et participe aux mouvements longitudinaux de l'arbre.

Cet embrayage a, paraît-il, été appliqué avec succès à un moteur de 15 chevaux.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 21 septembre 1903.

Chimie minérale. — *Sur les propriétés et la constitution des aciers au manganèse.* Note de M. Léon Guillet, présentée par M. A. Ditte.

Notre distingué collaborateur, M. Guillet, a repris ses études aux deux points de vue micrographique et mécanique des aciers au manganèse, sur deux séries d'aciers très purs : dans l'une de ces séries d'aciers, de 0,100 à 0,250 °/₀ de carbone, le manganèse croît de 0 à 33 °/₀; dans l'autre, de 0,700 à 0,950 °/₀ de carbone, le manganèse croît de 0 à 12 °/₀.

La micrographie des aciers bruts de forge montre une grande similitude entre les aciers au manganèse et les aciers au nickel, mais il faut environ moitié moins de manganèse que de nickel pour produire les mêmes effets; dans les aciers à plus de 0,500 de carbone, la martensite est mélangée de troostite qui, parfois, la remplace entièrement quand les aciers contiennent plus de 0,500 °/₀ de carbone. Le recuit, la trempe, l'écrouissage et le refroidissement à — 78 degrés ont produit de la martensite dans les aciers polyédriques à 12,9 °/₀ de manganèse à faible teneur en carbone et dans les aciers à 7,2 °/₀ de manganèse à haute teneur en carbone.

Les aciers des deux séries ont été essayés à la traction, au choc par la méthode Fremont, et à la dureté par la méthode Brinell. Les résultats sont en concordance absolue avec la microstructure. Les aciers perlitiques offrent une charge de rupture, croissante avec la teneur en manganèse, un peu plus élevée que celle des aciers au carbone ordinaires. Ils offrent une très grande résistance au choc.

Une étude très complète de ces aciers a déjà été publiée dans le *Génie Civil* (1).

Électricité. — M. Adrien Muller adresse un mémoire intitulé : *Radio-activité et ionisation; phénomènes généraux et théorie.*

Pathologie. — *Diagnostic des calculs biliaires par la radiographie préliminaire.* Note de MM. Mauclaire et Infroit, présentée par M. Lannelongue.

L'épreuve radiographique que présentent les auteurs montre que la transparence des calculs aux rayons X, cause de l'insuccès fréquent de la radiographie appliquée au diagnostic de ces corps, est en raison inverse de la quantité de matière minérale qu'ils renferment; que le volume des calculs n'a aucune influence sur le résultat positif ou négatif de la radiographie; enfin que, dans certains cas, on peut, dans une même vésicule, rencontrer des calculs de composition différente.

Physiologie. — *Sur la production de sucre dans le sang, pendant le passage de ce dernier à travers le poumon.* Note de MM. Lépine et Boulud.

Quoi qu'il en soit des expériences de Claude Bernard, à qui certaines causes d'erreur, à ce qu'on prétend, avaient échappé, il est incontestable qu'il se détruit du sucre dans le sang pendant qu'il traverse le poumon. Les expériences de l'auteur apportent un fait nouveau dans l'étude de ce phénomène : c'est que le sang carotidien, reçu dans l'eau à 58 degrés (pour amortir son pouvoir glycolitique), produit, en général, moins de sucre que le sang du ventricule droit, dans les mêmes conditions.

Il explique ce fait en admettant que l'hydrate de carbone qui donne naissance au sucre *(sucre virtuel)* a subi, pendant la traversée du poumon, une diminution corrélative de la production du sucre.

Physiologie expérimentale. — *La parthénogénèse par l'acide carbonique obtenue chez les œufs, après l'émission des globules polaires.* Note de M. Yves Delage (2).

Poursuivant ses recherches sur les œufs, l'auteur a réussi à produire la segmentation sur des œufs de l'oursin *(Paracentrotus)*, réfractaires à l'action de l'acide carbonique dans les conditions de son emploi sur les œufs d'astéries. Mais les œufs de l'oursin, dont 60 °/₀ environ se sont trouvés segmentés à l'issue de l'expérience, n'ont pas dépassé un certain degré de segmentation.

Dès maintenant, un point reste acquis : c'est que l'on peut, par des agents mécaniques (secouage) ou physiques (chaleur), mettre les œufs d'oursins réduits, au repos et, par suite, rebelles à l'action de l'acide carbonique, dans un état de labilité nucléaire qui les rend sensibles à cette action et leur permet de se segmenter parthénogénétiquement.

Physiologie végétale. — *La germination des orchidées.* Note de M. Noël Bernard, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les expériences de germination exécutées par l'auteur, sur des graines de *Cattleya* et de *Lælia*, ont montré que la condition supplémentaire nécessaire et suffisante pour produire la germination des graines des orchidées, consiste dans la pénétration des sphérules par un champignon filamenteux endophyte.

C'est peut-être le premier exemple certain d'un organisme qui ne peut normalement pas dépasser un état embryonnaire sans la pénétration d'un parasite, pas plus qu'un œuf ne peut, en général, poursuivre son évolution sans être fécondé. En reprenant une expression qui a été appliquée aux lichens, on pourrait dire que, par ces expériences, a été faite la synthèse des plantules d'orchidées.

A. B.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLIII, n° 17, p. 261, et n° 18, p. 280.

(2) Voir le *Genie Civil*, t. XLIII, n° 21, p. 334.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Les moyens de transport, à Londres. — Avec tous ses faubourgs, Londres a une population qui dépasse 6 millions d'habitants. Ses proportions gigantesques ne se prêtent pas, aussi facilement qu'une ville de moyenne importance, à l'établissement de moyens de transport commodes et économiques. En outre, ceux-ci sont généralement monopolisés par de puissantes Compagnies, qui ont obtenu du Parlement des concessions à longue échéance, et qui cherchent plutôt à faire réaliser de gros bénéfices à leurs actionnaires qu'à apporter à leur matériel ou à leur exploitation, les améliorations que réclame l'intérêt du public. C'est une des raisons pour lesquelles le cab classique et l'antique omnibus sont restés, dans la capitale de l'Angleterre, les principaux moyens de transport. Il convient d'ajouter que le tramway trouverait difficilement sa place dans les voies populeuses et animées de la Cité. Le premier tramway électrique ne date que de 1901, et encore fut-il établi par une Société américaine, qui dut lutter longtemps contre les résistances du Parlement. Un réseau important de tramways électriques doit être construit par cette Société, pour desservir la banlieue ouest de Londres.

En ce qui concerne les chemins de fer, cette capitale est l'une des mieux dotées en Europe. Dès 1860, un réseau de lignes souterraines, parcourues par des locomotives à vapeur, fut établi sous les noms de « Metropolitan » et « Metropolitan District Railway ». En 1890, le premier chemin de fer souterrain électrique fut ouvert à l'exploitation, « le City and South London ». Le même mode de traction fut employé en 1898 et en 1900 par le « Waterloo City » et le « Central London », lignes relativement peu importantes qui ne dégagèrent que faiblement les voies supérieures, de plus en plus encombrées par les voitures de toutes sortes. Il est vrai de dire que quatre autres lignes électriques souterraines sont en construction; néanmoins, le problème des transports, à Londres, n'a pas encore reçu de solution bien satisfaisante.

Le *Bulletin de la Commission internationale du Congrès des Chemins de fer* donne, dans son numéro d'août, une carte assez complète des chemins de fer urbains de la capitale anglaise, tant en exploitation qu'en construction ou en instance de concession, et indique l'état d'avancement des travaux d'établissement ou de transformation de ces lignes, ainsi que les nouveaux projets qui ont été, soit présentés aux assemblées législatives, soit ratifiés. La situation embarrassée dans laquelle se trouve actuellement la ville de Londres, au point de vue des moyens de transport, ne pourra être débrouillée que le jour où tous les projets précités, modifiés s'il y a lieu, seront exécutés. Le Gouvernement a, d'ailleurs, institué, au commencement de cette année, une Commission chargée d'étudier la question et de faciliter la création d'un réseau homogène de voies ferrées métropolitaines, les unes indépendantes et les autres raccordées aux lignes suburbaines.

Automotrices à vapeur, système Purrey, pour les Compagnies de Lyon et d'Orléans. — Conformément au programme tracé par les Compagnies de Lyon et d'Orléans, M. Purrey a construit quelques automotrices à vapeur, destinées à transporter des voyageurs sur certaines lignes secondaires de leurs réseaux. La *Revue générale des Chemins de fer* en donne, dans son numéro de juillet, la description, ainsi que les premiers résultats des essais auxquels ont été soumis ces véhicules.

Ceux qui ont été commandés par la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée peuvent contenir trente à trente-cinq voyageurs assis, dont huit à dix en seconde classe et le reste en troisième. Ils peuvent atteindre, sur rampe de 20 millimètres, une vitesse soutenue de 20 kilom. à l'heure, et sur palier, 60 kilom. La contenance de leurs soutes est telle qu'elles peuvent faire 30 kilom. sans prendre de l'eau, et 60 kilom. sans se réapprovisionner en charbon.

La caisse repose sur deux essieux, dont un moteur, et se divise en quatre parties : aux extrémités, deux plates-formes sont affectées, celle d'avant, au mécanicien, et celle d'arrière aux voyageurs debout et au conducteur; au centre, se trouvent les compartiments de deuxième et troisième classes. Le générateur, du type adopté par la Compagnie des Omnibus de Paris (1), mais plus puissant, est timbré à 20 kilogr., et contient 262 litres. Il est chauffé par du coke, placé sur une grille de 0m²84 de superficie, qui se charge par une trémie d'assez grande contenance, de sorte que le mécanicien n'a pas beaucoup à s'occuper du feu en cours de route. L'alimentation de la chaudière se fait automatiquement, à l'aide d'une pompe et, au besoin, d'un petit cheval. Le moteur est compound, à quatre cylindres en tandem, deux par deux; la distribution de chaque groupe se fait au moyen d'un seul excentrique. C'est par la modification du calage de ce dernier organe qu'on obtient le changement de marche. Il est à noter que l'excentrique ne pouvant occuper que les deux positions de calage extrêmes, la détente est fixe. L'arbre moteur de la machine est accouplé à l'essieu d'avant avec des chaînes à maillons articulés, dont le fonctionnement est silencieux.

La voiture est équipée d'un frein à main et d'un frein à air. Le poids total du véhicule est de 23t 8. La consommation de coke, lorsque l'automotrice fonctionne seule en marche modérée, est de 2kg 7 par kilomètre. Cette consommation s'élève à 2kg 9 avec une voiture de remorque.

L'automotrice Purrey, de la Compagnie d'Orléans, est d'un type analogue, mais elle comporte, en outre, des compartiments pour les bagages et pour la poste. Le nombre des places assises est de vingt-six et, dans une voiture de remorque, cinquante voyageurs de troisième classe peuvent prendre place. Les expériences de traction, entreprises avec cette voiture à vapeur, ont montré qu'elle pouvait atteindre une vitesse de 75 kilom. à l'heure, sans que sa stabilité soit compromise. La consommation d'eau par tonne-kilométrique s'est élevée à 0l 37, et celle de coke à 0kg 068.

CONSTRUCTIONS NAVALES

Bigue flottante, de 120 tonnes, pour l'arsenal maritime de Norfolk (États-Unis). — Ce puissant appareil, décrit par l'*Engineering News*, du 25 juin, a été établi en treillis d'acier et possède, verticalement et horizontalement, la course nécessaire pour placer à bord des vaisseaux de guerre des États-Unis, tout l'aménagement, les machines et les chaudières, c'est-à-dire qu'il peut porter 120 tonnes à une distance de 6m 10 du bord du ponton et 60 tonnes à une distance double. La vitesse de levage atteint 1m 50 par minute, pour les charges au-dessus de 60 tonnes, et 3 mètres pour les charges inférieures.

Le ponton, construit en pin rouge, a 40m 60 de longueur et 13m 40 de largeur. Il est garni d'armatures métalliques transversales et longitudinales. Huit réservoirs à eau, d'une capacité totale de

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 18, p. 273.

Digitized by Google

200 mètres cubes, sont disposés sous le pont et peuvent se remplir et se vider au moyen d'une pompe centrifuge. Toute la machinerie, y compris deux chaudières verticales, est disposée dans une cabine à deux étages établie au-dessus du ponton.

L'appareil de levage, en acier, est formé d'une chèvre rigide triangulaire et d'une flèche à inclinaison variable, mobile autour de son articulation inférieure. Le mécanisme de commande, tant pour le palan de levage que pour la flèche, se compose de treuils à engrenages. Les câbles sont en fil d'acier, et leurs poulies de renvoi, placées sur la chèvre, peuvent tourner autour d'un axe vertical pour se trouver toujours dans le plan de la volée, qui peut prendre toutes les directions.

La flèche, formée d'une poutre dont les deux parois latérales sont pleines, tandis que les faces supérieure et inférieure sont en treillis, a 26m 80 de longueur, entre les axes des articulations; sa section transversale maximum se trouve au milieu de la longueur et mesure 0m 60 × 0m 85.

Les montants antérieurs de la chèvre triangulaire ont 26m 75 de longueur et une section carrée de 0m 50 de côté. La contrefiche de l'arrière a une longueur de 29 mètres, et une section de 0m 30 sur 0m 40. On trouvera dans l'article cité les spécifications relatives au métal employé.

Cette bigue a été mise en service au mois d'avril dernier.

ÉLECTRICITÉ

Les perforatrices électriques. — Dans l'*Engineering News*, du 3 septembre, M. J. E. Munby publie une étude comparative entre les perforatrices électriques et les perforatrices à air comprimé. Dans les conduites d'air comprimé, la perte peut atteindre 40 et 60 °/. et rend parfois impossible l'emploi du fluide moteur. Cette perte de puissance est, au contraire, minime dans le cas de la transmission électrique, qui permet aussi d'actionner les pompes, les appareils d'extraction, les ventilateurs, etc.

D'après l'auteur, les modèles courants de perforatrices électriques n'absorbent que 1 à 2 chevaux, tandis que, selon la distance au compresseur, il faut de 5 à 10 chevaux pour une perforatrice à air comprimé de même modèle de foret. La perforatrice à air ne travaille pas à meilleur marché que la perforatrice à main, tandis que la perforatrice électrique peut travailler à moitié prix.

De même, les frais de premier établissement d'un chantier de perforatrices électriques sont environ la moitié de ceux d'un chantier de perforatrices à air comprimé, et le matériel de l'usine d'électricité pèse environ le quart de celui de l'usine d'air comprimé, pour un même nombre d'outils : ce qui n'est pas indifférent, lorsqu'il faut transporter le matériel à grande distance.

Le seul avantage des perforatrices à air comprimé, selon M. Munby, réside dans la ventilation des galeries et cet avantage serait bien peu de chose dans les houillères ou les mines à grande profondeur, où la ventilation doit nécessairement être indépendante du travail des perforatrices, et où l'installation d'un ventilateur électrique est toujours facile.

Les difficultés que l'on a rencontrées dans les perforatrices électriques provenaient de leurs imperfections mécaniques, aujourd'hui disparues, grâce à l'emploi des moteurs reliés par transmission flexible à la perforatrice. Le mouvement d'avance du foret est donné par une came et il n'y a guère que la transformation du mouvement circulaire en mouvement alternatif qui présente des difficultés.

L'emploi de ressorts et de coussins d'air a donné à la perforatrice électrique autant de souplesse qu'à la perforatrice à air comprimé. Quant aux réparations plus fréquentes de la première, il est certain que l'expérience des mineurs les rendra de plus en plus rares. Il ne faut pas oublier que les perforatrices à air comprimé bénéficient aujourd'hui des perfectionnements amenés par vingt années de pratique.

Les économies possibles dans les stations centrales et les systèmes de distribution. — Cet article, que publie M. Dawson dans le *Street Railway*, d'août, vise plus particulièrement les usines destinées à la traction. L'auteur considère comme un progrès important l'emploi des auxiliaires automatiques, tels que transporteurs, escarbilleurs, appareils de chauffe, etc.

Le tirage artificiel doit s'employer de plus en plus, en raison de son économie, et de l'élasticité qu'il présente, surtout avec les économiseurs. L'emploi de la vapeur surchauffée est appelé à se répandre de plus en plus, et les difficultés de graissage ont disparu avec l'emploi des distributions à soupapes et l'usage des huiles minérales. Le graissage forcé, qui est une caractéristique de la construction anglaise, tend à se développer continuellement.

La turbine à vapeur est considérée, actuellement, comme devant réaliser un important progrès économique, et elle convient particulièrement lorsqu'il s'agit de construire des stations à plusieurs étages.

Les réfrigérants jouent un grand rôle dans l'économie d'exploitation, lorsque l'eau est en quantité limitée, et il y a lieu de choisir des types très efficaces.

La question de savoir si les appareils auxiliaires doivent être électriques ou à vapeur n'est pas encore tranchée ; la plupart des usines emploient les deux systèmes.

Quant aux accumulateurs, la pratique américaine diffère de celle du continent. Néanmoins, il paraît établi que leur usage n'est pas avantageux dans les grandes usines, mais qu'il présente un intérêt dans les sous-stations, en réduisant la section des lignes et la puissance du matériel, et en améliorant l'utilisation de celui-ci. Les survolteurs-dévolteurs sont des accessoires qui facilitent beaucoup la manœuvre des batteries.

La question du moteur à gaz est suivie attentivement ; l'auteur pense qu'il n'est pas encore, d'une façon générale, en état de lutter avec la machine à vapeur, mais qu'il peut présenter un intérêt au voisinage des hauts fourneaux, et que, d'ailleurs, il est appelé à progresser.

L'auteur estime que l'avenir des grandes usines à courants polyphasés réside dans l'emploi des chaudières multitubulaires, alimentant des turbines à graissage forcé et à vapeur surchauffée, tous les appareils auxiliaires étant actionnés électriquement.

HYGIÈNE

Désinfection des bateaux par la sulfuration. — M. le docteur Loir, Professeur d'hygiène à l'École supérieure d'Agriculture coloniale, résume dans la *Nature*, du 5 septembre, les avantages que présente l'emploi de l'appareil Clayton, pour la désinfection des navires. Ce procédé, déjà décrit dans le *Génie Civil* (1), a donné d'excellents résultats à Dunkerque, où il a été récemment appliqué à la désinfection de plus de quarante navires en plein chargement, sans qu'aucune détérioration ait pu être constatée sur les marchandises, ce qui est dû, sans doute, à ce que le gaz sulfureux arrive froid dans les cales; un essai non moins satisfaisant a été fait sur le navire de guerre le *Cocyte* : il n'a révélé aucune altération des parties métalliques si délicates, que l'on trouve à bord de ce genre de bateaux.

M. Loir rappelle que le procédé Clayton produit la désinfection, non seulement par suite de la présence du gaz sulfureux, mais encore par celle de gaz oxydants, produits par la haute température de la combustion ; quoique n'étant pas encore bien définis, ces gaz ajoutent leur action à celle de l'acide sulfureux et la rendent plus rapide et plus efficace.

Après avoir donné une succincte description de l'appareil, l'auteur indique son efficacité pour la destruction des propagateurs reconnus du microbe de Yersin, les rats et les puces; il anéantit, non moins sûrement que ceux de la peste, les microbes du choléra et de la fièvre typhoïde et détruit les parasites tels que : punaises, cafards, fourmis rouges, moustiques, qui envahissent fréquemment les navires.

Le gaz Clayton offre, en outre, une réelle sécurité en cas d'incendie et, à ce titre, se recommande sur les bateaux qui transportent le charbon.

Ce procédé est en usage depuis plusieurs années en Angleterre, et la Compagnie de navigation allemande, le Norddeutscher Lloyd, est en train de l'appliquer sur chacun de ses bateaux.

M. Loir exprime, en terminant, le vœu que ce procédé, sûr et rapide, puisqu'il assure en douze heures la désinfection des plus grands bateaux, soit adopté par la Conférence sanitaire internationale maritime, qui aura lieu prochainement à Paris ; son emploi supprimerait les périodes d'observation prolongée, si coûteuses, inutiles et vexatoires.

Règlements de New-York contre les moustiques et la prophylaxie de la malaria. — Les heureux résultats de l'ingérence des Américains dans l'administration sanitaire de plusieurs pays, dit l'*Engineering News*, du 13 août, ont fait couler beaucoup d'encre. Au sujet de la destruction des moustiques, au moyen du pétrole brut, et du desséchement des mares stagnantes, voici quelques règlements adoptés par le Département de la Santé de la ville de New-York, et imposés du 15 avril au 15 octobre :

Interdiction de l'usage des réservoirs d'eau de pluie, tonneaux, citernes, à moins d'être absolument protégés contre l'entrée des moustiques;

Défense de jeter dehors ou de laisser, sans les enterrer, les bidons, seaux, etc., ou autres ustensiles capables de contenir de l'eau;

Toute citerne ou réservoir non couvert devra être établi de façon qu'on puisse facilement y verser l'huile qui doit couvrir la surface. Les citernes couvertes devront avoir des couvercles étanches et leurs ouvertures munies de toiles métalliques;

Interdiction de jeter des eaux-vannes ou autres ou de les laisser séjourner auprès des réservoirs d'eau.

Suivent les conditions dans lesquelles les poursuites auront lieu contre les délinquants, en leur faisant remarquer qu'il est prouvé que les moustiques sont les seuls propagateurs de la malaria.

MÉCANIQUE

Calcul de la résistance des volants au point de vue des efforts tangentiels. — Un grand nombre de constructeurs se contentent encore d'une théorie grossière de la résistance des volants et cherchent le plus souvent à parer à l'insuffisance de celle-ci en adoptant de très larges coefficients de sécurité. Cette précaution n'est pas toujours suffisante, ainsi que le montrent les accidents fréquents qui se produisent.

La question a cependant été examinée par un grand nombre d'auteurs : Navier, Poncelet, Résal, Contamin, en France; Gœbel et Bredt, en Allemagne; Unwin, en Angleterre, sont parmi les principaux. Tous, sauf Unwin, ont étudié non seulement le cas des forces centrifuges (volant en régime), mais aussi le cas des forces tangentielles (mouvement varié), et ont émis des théories ne différant entre elles que par le nombre et la nature des hypothèses destinées soit à obvier à l'insuffisance des données expérimentales, soit à faciliter les calculs.

Unwin n'a traité que le cas des forces centrifuges; mais, sa méthode, procédant des principes généraux de la mécanique, est analytique; elle ne préjuge rien et n'emprunte rien qu'à elle-même.

M. Girard, estimant cette théorie irréprochable, s'est proposé de l'étendre au cas des forces tangentielles et en expose les calculs dans la *Revue universelle des Mines*, de juin. Ces calculs ne s'appliquent qu'aux volants ayant une jante et des bras uniformes. Les surcharges qui peuvent se produire aux assemblages sont négligées par l'auteur, non que leur influence soit insignifiante, mais afin de rester dans le cas examiné par Unwin (The Elements of Machine Design, 1897). Quant aux bras, on leur attribue une section égale à la moyenne de leurs sections extrêmes.

M. Girard établit donc les formules qui permettent de connaître la valeur de l'effort tangentiel, de l'effort tranchant et du moment de flexion, en un point quelconque de la jante du volant ou d'un de ses bras; discutant ensuite l'application de ces formules, il est conduit à en proposer une plus pratique, pour le calcul du moment fléchissant à la base des bras :

$$M'_r = \frac{M_t}{2n} \frac{(2R' + r)(R' - r)}{R'^2 + R'r + r^2}$$

dans laquelle M_t est le moment de torsion à la base du bras, R' le rayon intérieur de la jante, r le rayon du moyeu et n le nombre de bras du volant.

La valeur de M'_r est d'ailleurs celle qu'il importe le plus de connaître, puisqu'elle régit, en général, les dimensions à donner aux bras. Quant à la jante, sa section est imposée par la valeur du degré de régularité.

De toutes les formules proposées jusqu'à maintenant, la formule ci-dessus paraît à l'auteur la mieux fondée *en théorie*; il désire vivement que la pratique vienne compléter son œuvre théorique.

MÉTALLURGIE

L'acier-nickel. — L'*Iron Age*, du 20 août, reproduit un extrait du rapport de M. Ladd Colby à la Société Américaine d'Essais des Matériaux, sur la fabrication et les propriétés de l'acier-nickel. La

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 18, p. 285.

Digitized by Google

fabrication de cet acier se fait aussi bien sur sole acide que sur sole basique, au creuset qu'au convertisseur, même en présence des corps tels que le chrome, le tungstène, etc.

Cependant, il y a lieu de prendre certaines précautions pour le travail du laminoir ou du marteau, surtout pour le réchauffage final. Au-dessous de 15 °/₀ de nickel, les aciers sont plus difficiles à travailler que les aciers ordinaires à la même teneur en carbone. Quant aux propriétés, on a constaté que le coefficient d'élasticité, un peu inférieur cependant dans les aciers à 20 °/₀ de nickel et au-dessus, est toujours voisin de celui de l'acier au carbone, tandis qu'il n'est aucunement influencé par la présence de 4 à 5 °/₀ de nickel. La résistance à la traction est supérieure dans les aciers jusqu'à 5 °/₀ de nickel, et la limite d'élasticité croît avec chaque centième de nickel, sans que ce métal influe cependant sur la ductilité de l'alliage. L'addition du nickel augmente le rapport de la limite d'élasticité à l'effort de rupture, et donne de la ductilité à l'alliage.

La présence de 3 à 4 °/₀ de nickel augmente l'allongement de la barre et la contraction de la section. Jusqu'à 16 °/₀, la résistance à la compression augmente avec la proportion de nickel, et ce résultat n'est pas dû à la dureté de l'alliage. Les essais à la flexion ont démontré une grande supériorité des aciers-nickel sur les aciers au carbone.

La plus grande résistance à la torsion de l'acier-nickel le fait rechercher pour certaines catégories de fils et de ressorts. La rigidité et la dureté de l'acier-nickel l'ont fait employer exceptionnellement dans les rails destinés aux courbes des voies de chemins de fer.

La dilatation de l'acier-nickel est très variable, et l'alliage à 33 °/₀, dit *invar*, est, de tous les métaux connus, celui qui a le plus faible coefficient de dilatation.

Le travail de la cisaille et du poinçon diminue la résistance de l'acier au carbone d'environ 33 °/₀, et seulement de 15 à 20 °/₀ celle de l'acier-nickel. Les rivets d'acier à 5 °/₀ de nickel ont une résistance au cisaillement double de celle des rivets en fer. Quant à la *ségrégation* ou *liquation*, il est avéré que le nickel l'empêche de se produire, en maintenant la perfection du mélange avec les autres éléments tels que le phosphore, le soufre, le silicium, le manganèse.

MINES

Le district minier limitrophe de la Colombie anglaise. — Sous ce titre, l'*Engineering and Mining*, du 22 août, publie une note de M. E. Jacobs sur le développement et la marche des exploitations minières dans le district limitrophe de la Colombie anglaise.

Les mines de cuivre de la Granby C° avaient, au 30 juin 1903, un développement de galeries de 5 568 mètres, sans parler des travaux exécutés pour l'extraction au niveau de 90 mètres. Ces mines ont chargé, de juillet 1900 à juillet 1903, 769 686 tonnes, plus des trois cinquièmes de la production totale du district. Dans les dix-huit derniers mois de cette période, la Compagnie a augmenté largement son matériel d'extraction et de concassage.

La British Columbia Copper C°, à laquelle appartient le « Mother Lode », a fourni un cinquième de la production totale des six derniers mois, et environ un quart du tonnage total du district depuis 1900. Sa production a été entravée par une grève de trois mois et c'est à peine si elle a augmenté de 600 mètres ses galeries qui avaient 2 550 mètres au 1er juillet 1903.

La British Columbia Chartered C°, de Montréal, a atteint une production de 95 446 tonnes, et la valeur de ses produits est remarquable. Le travail fut suspendu durant huit mois, en 1902, et l'on a fait peu de nouveaux travaux dans les chantiers d'extraction.

La mine du Snowshoe, la troisième du district en importance, avait extrait, à la fin de juin, 49 385 tonnes, en neuf mois de travail environ. Elle a creusé à peu près 2 100 mètres de galeries et 600 mètres de puits. Les installations nouvelles de matériel d'extraction et de transport, mues soit par la vapeur, soit par l'électricité, mettront cette mine en état de produire de 500 à 700 tonnes de minerai par jour, aussitôt que les usines auxquelles elle fournit pourront travailler ce tonnage.

A la Montreal and Boston Copper C° appartient le groupe du « Sunset and Silver Crown ». Cette Société a décidé de travailler la plus grande quantité possible de son minerai ordinaire dans ses propres usines, en laissant le reste dans les mines en vue d'une prochaine augmentation de puissance. Elle avait produit, au 30 juin, 13 325 tonnes, pour la plus grande part en provenance du Sunset.

Le gisement « Emma », près de Nelson (Colombie anglaise), avait produit, au 30 juin, un total de 17 350 tonnes de minerai, apprécié par les fondeurs pour sa facilité de réduction.

Il y a, dans le district, trois fonderies qui avaient traité, au 30 juin 1903, un total de 1 164 620 tonnes. La fonderie de la Granby C° peut actuellement traiter journellement 2 000 tonnes de minerai ; au 30 juin, elle avait travaillé 769 485 tonnes. Les deux autres, celle de la British Columbia Copper C° et celle de la Montreal and Boston Copper C°, avaient traité respectivement 326 223 tonnes et 68 913 tonnes. Elles ont toutes deux augmenté leur matériel dans de fortes proportions.

La Granby C° possède son usine d'énergie électrique. La Cascade Water, Power and Light C° a obtenu la concession d'une chute d'eau pour fournir aux exploitations minières du district, un total de 6 000 chevaux, dont 2 000 sont en activité.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Propriétés optiques et électriques des métaux. — La *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, du 12 septembre, reproduit une conférence où M. Rubens a exposé les résultats acquis par la physique, et les expériences qu'il a faites lui-même, sur les propriétés des métaux vis-à-vis des rayons lumineux. Il a, en outre, montré comment, en se basant sur les théories de Maxwell, on pouvait établir une corrélation entre ces propriétés optiques, et la conductibilité électrique des métaux.

Après avoir rappelé les expériences classiques sur le pouvoir absorbant et le pouvoir réflecteur des corps transparents (verre, cristal de roche, spath fluor, etc.), pour les radiations visibles et invisibles du spectre, l'auteur montre, par des courbes, les variations considérables, suivant qu'il s'agit de telle ou telle longueur d'onde, que présentent les pouvoirs réflecteurs de l'or, de l'argent et du platine.

Il montre également combien varie la transparence de l'or et de l'argent, réduits en plaques de 0mm 001 d'épaisseur, suivant la longueur d'onde des rayons qui les frappent. L'argent présente un maximum extrêmement accentué pour $\lambda = 0{,}32\ \mu$ et l'or un maximum beaucoup plus faible pour $\lambda = 0{,}5\ \mu$.

M. Rubens décrit le dispositif d'expériences qui mettent en évidence, à défaut de mesures délicates, les variations de ces phénomènes; puis il indique pour les métaux, entre le pouvoir de réflexion r °/₀, la conductibilité électrique k (inverse de la résistivité, exprimée en ohms par mètre et par millimètre carré) et la longueur d'onde λ (en microns) la relation théorique :

$$(100 - r)\sqrt{k} = \frac{36{,}5}{\sqrt{\lambda}}.$$

Un tableau, où sont réunies les déterminations faites sur l'or, l'argent, le cuivre, le platine, le nickel et plusieurs alliages, montre que cette formule concorde, à peu près, avec les résultats des expériences.

TRAMWAYS

La construction moderne des tramways urbains. — Le *Street Railway*, d'août, contient une série d'articles relatifs à la pratique moderne de la construction des tramways électriques, en Amérique.

Ces articles ont pour titre :

La construction des voies urbaines (renseignements sur les profils de rails employés, leur composition, l'exécution des joints, et notamment des joints soudés, la pose de la voie, etc.).

La construction aérienne dans les rues des villes (détails sur les dimensions de fils de trolleys adoptées par diverses Compagnies, sur les feeders, les supports, l'exécution des courbes, etc.).

Le matériel-type pour le service urbain (description des voitures les plus récentes, ouvertes, fermées, combinées, semi-convertibles, tableau des principales dimensions de voitures employées par quinze grandes Compagnies).

Les usines centrales pour la traction (notes et statistiques sur les principales grandes usines installées aux États-Unis).

Ouvrages récemment parus.

Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole, par M. Aimé Witz, Ingénieur des Arts et Manufactures, professeur à la Faculté libre des sciences de Lille. — 4e édition, tome I. — Un volume, grand in-8° de 500 pages, avec figures. — Bernard, éditeur, Paris, 1903. — Prix : broché, 15 francs.

Cette nouvelle édition d'un ouvrage, dont la valeur s'affirme à mesure que l'auteur y apporte les compléments amenés par le rapide développement des moteurs à gaz et à pétrole, est divisée en deux volumes, dont le premier vient de paraître. Il comprend l'histoire et la classification des moteurs, l'examen des divers combustibles qui les alimentent, l'étude des gaz pauvres et des gazogènes. Un chapitre important traite de la théorie des moteurs à gaz, à laquelle succède l'examen des résultats d'expérience; de cet ensemble se dégageront les règles à suivre dans la construction des moteurs.

Le dernier chapitre est consacré aux essais des moteurs, à la détermination du travail indiqué et du travail effectif pour le calcul du rendement, aux essais de puissance et de consommation, de vitesse et de régularité, enfin aux calculs d'établissement des moteurs.

Gisements minéraux, par François Miron (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*). — Un volume, petit in-8° de 154 pages. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1903. — Prix : broché, 2 fr. 50.

Cette brochure est une nomenclature des principaux gisements minéraux du globe, dont l'auteur donne la stratigraphie et la composition.

Il passe en revue les principaux gisements de soufre, de composés azotés (nitrates de soude et de potasse), de phosphore (phosphate tribasique de chaux), de bore, d'ambre, d'ozokérite, de bitumes, asphaltes et schistes bitumineux, de lithium, de sodium (sels gemmes, natron, glaubérite, borax, nitrate de sodium, cryolithe), de potassium (mines de Stassfurt, nitre), de magnésium, de calcium (apatite, fluorine, calcite, calcaires divers, gypse), de baryum, de strontium, d'aluminium, d'argiles, d'ardoises, de carbone (lignites, graphites, diamants, à l'exception des houilles).

Les Eaux de Paris, Versailles et la banlieue, par le docteur Ed. Imbeaux, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Un volume, grand in-8° de 138 pages, avec 4 cartes. — Ve Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1903. — Prix : broché, 3 fr. 50.

Cet ouvrage, concernant la région parisienne seulement, est extrait, par l'auteur, de son Annuaire statistique et descriptif des Distributions d'eau de France, Algérie et Tunisie, Belgique, Suisse et Grand Duché de Luxembourg (en préparation). Il comprend un exposé détaillé des travaux exécutés dans chaque agglomération pour l'alimentation de Paris en eau potable, et l'évacuation des eaux usées.

Des tableaux relatifs à la consommation et aux prix de vente, à la composition et à la qualité des eaux, à l'alimentation par la Compagnie Générale des Eaux et par la Compagnie des Eaux de la banlieue de Paris, des communes de la banlieue parisienne en Seine, Seine-et-Oise et Seine-et-Marne; et une revue particulière des principales alimentations d'eau qui sont établies dans chacun de ces deux derniers départements, complètent cet opuscule et fournissent des renseignements intéressants.

Les Minerais, les Métaux, les Alliages, par E. d'Hubert. — Un volume in-16 de 96 pages, avec 27 figures. — J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris, 1903. — Prix : cartonné, 1 fr. 50.

Dans cet opuscule, l'auteur examine d'abord les minerais des métaux les plus employés, leur formation géologique probable, leur extraction, leur traitement au point de vue mécanique et au point de vue métallurgique. La seconde partie contient un exposé des propriétés des métaux, isolés ou réunis sous forme d'alliages, les essais et le travail des métaux et des alliages.

Le Gérant : **H. Avoiron.**

Imprimerie Chaix, 20, rue Bergère, Paris.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 24. N° 1113. Samedi 10 Octobre 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Les barrages d'Assyout et d'Assouan et le système général des irrigations de l'Égypte, p. 369; G. Richou. — **Constructions navales** : Le paquebot *Kaiser Wilhelm II (planche XXIV) (suite et fin)*, p. 372; J. Bousquet. — **Navigation** : Le développement du commerce sur les Grands Lacs de l'Amérique du Nord, p. 376. — **Mécanique** : Machine pour l'enroulement des barres de cuivre, p. 378. — **Jurisprudence** : De la responsabilité des communes à raison des faits de grève, p. 379; Louis Rachou. — **Variétés** : Usine élévatoire de Bridgeport (États-Unis), p. 379; — Emploi du pitomètre à la mesure du débit des conduites d'eau, p. 380; — Porte-outil double pour raboteuse, p. 380; — École Centrale des Arts et Manufactures : Liste, par ordre de mérite, des candidats admis à la suite du Concours d'admission de 1903, p. 381.

Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (28 septembre 1903), p. 382.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 382; — Ouvrages récemment parus, p. 384.

Planche XXIV : Machines motrices du paquebot transatlantique *Kaiser Wilhelm II.*

TRAVAUX PUBLICS

LES BARRAGES D'ASSYOUT ET D'ASSOUAN

et le système général des irrigations de l'Égypte.

Historique et conditions générales. — La construction des grands barrages d'Assyout et d'Assouan et leur mise définitive en service, à la fin de l'année dernière, ont déterminé les conditions nouvelles du système général des irrigations de l'Égypte. Jusqu'à ces derniers temps, le service du Delta proprement dit était seul assuré d'une manière régulière, par le grand barrage établi sur les ordres de Méhémet-Ali, par l'Ingénieur français Mougel-Bey. Cet ouvrage, élevé de 1843 à 1850 au lieu dit « le Ventre de la Vache », point d'origine des deux branches de Damiette et de Rosette, à 24 kilom. en aval du Caire, devait relever de 4 mètres le niveau du fleuve en amont. Il comprend (fig. 2) deux parties principales, reliées par un quai semi-circulaire. Celle qui clôt la branche de Damiette présente une longueur de 452m 30, avec 61 arches, dont 58 sont occupées par des vannes ; à chaque extrémité se trouve une écluse. L'autre, située sur la branche de Rosette, a une longueur de 522m 20 et comprend 71 arches avec 68 vannes et une écluse à chaque bout. Le quai de jonction est interrompu par l'écluse d'un canal qui dessert la province de Menoufyeh.

Le barrage du Delta offre déjà les caractères distinctifs qui viennent d'être réalisés dans les ouvrages modernes : c'est-à-dire un barrage à piles et fermé par des vannages. Il serait, en effet, impossible, en raison de l'énorme volume roulé par le Nil en temps de crues (14 000 mètres cubes par seconde), d'employer des barrages fixes. Cet ouvrage a rendu les plus grands services à l'agriculture égyptienne, car le relèvement qu'il détermine dans le niveau du fleuve permet d'alimenter les six grands canaux qui s'amorcent au-dessus du Caire. Malheureusement,

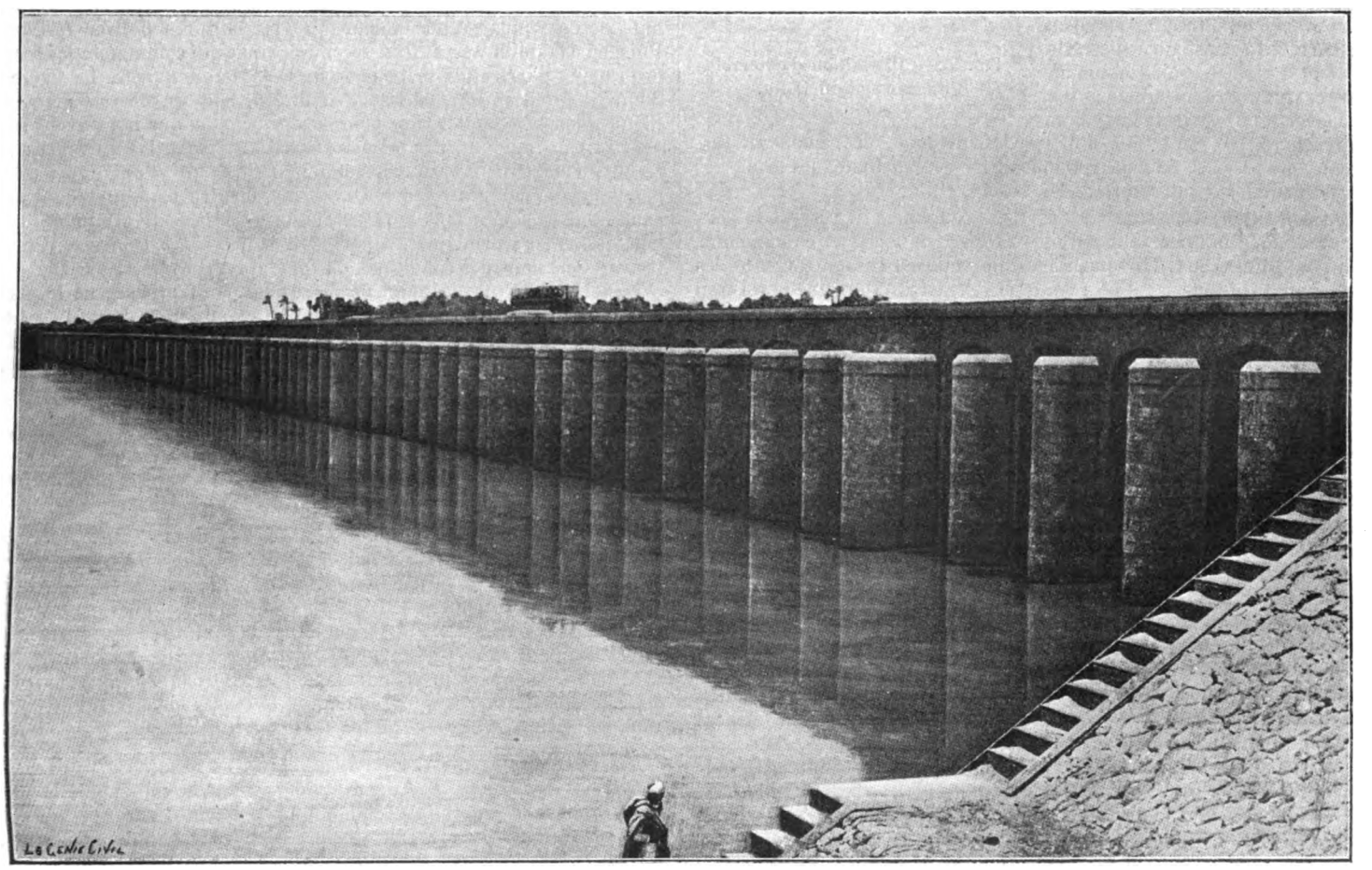


Fig. 1. — Barrage d'Assyout : Vue d'ensemble de l'ouvrage

les terrains sur lesquels il a dû être fondé étaient des sables et des vases qui n'offraient pas une solidité suffisante ; des affouillements se sont produits sous la plus grande partie du radier, des tassements leur ont succédé et ont détérioré un grand nombre d'arches. Il a fallu abandonner, dès 1867, le service des écluses. Enfin, des travaux considérables, qui durèrent de 1885 à 1890 et coûtèrent plus de 12 millions de francs, consolidèrent les ouvrages et en assurèrent le fonctionnement.

Le radier, rompu sur un grand nombre de points, fut relevé, les arches défectueuses furent réparées, et des vannes métalliques furent substituées aux poutrelles en bois, qui formaient l'élément de fermeture. La retenue que ces réparations ont permis d'obtenir est actuelle-

Digitized by Google

ment de 1m 80, au lieu de celle de 4 mètres, prévue par les constructeurs du début. Ces réparations ont été exécutées par les Ingénieurs anglais Western et Reid, sous la haute direction de Sir Colin Scott Moucrieff, alors sous-secrétaire d'État au Ministère des Travaux publics d'Égypte.

Le Gouvernement se préoccupa ensuite de régulariser les irrigations dans la Moyenne et la Haute Égypte. Elles se rapportent, comme l'on sait, à deux systèmes, l'un qui consiste dans l'irrigation par bassins, l'autre dans l'irrigation continue.

Dans le premier système, les eaux du Nil, au moment de la crue, sont déversées sur les terres qui sont divisées en bassins : l'eau y demeure pendant quarante jours, avec une hauteur de 1m 50 environ, puis est restituée au fleuve. Ce système permet d'obtenir une seule récolte par an.

Avec l'irrigation continue, on peut obtenir deux récoltes et la culture des plantes d'une valeur de beaucoup supérieure. Mais le débit du Nil à l'étiage ne suffit pas à fournir le volume nécessaire à l'irrigation continue.

La première idée de remédier à cet inconvénient, en aménageant les eaux du Nil au moyen de grands réservoirs, avait été émise, dès 1880, par un Français, M. le comte de la Motte. Frappé de la différence entre l'état actuel de l'Égypte et la grande prospérité attestée par les anciens monuments, il l'attribuait à ce que les seuils rocheux du lit du fleuve avaient été rongés par les eaux, tandis que les terres de la vallée s'exhaussaient par des alluvions, de sorte que le niveau des eaux s'est abaissé considérablement par rapport à celui des terres cultivées, et qu'on ne pouvait plus irriguer les champs qu'à grands frais, au moyen de machines élévatoires. M. de la Motte proposait de rétablir les anciens niveaux du Nil au moyen de barrages à construire successivement à Silsileh, puis à Assouan, sur la première cataracte, et à Kalabchah, en aval de la deuxième cataracte (fig. 3), enfin, plus tard, sur les suivantes, en remontant jusqu'aux grands lacs, où l'on retiendrait facilement toutes les eaux des crues, pour les écouler suivant les besoins (1).

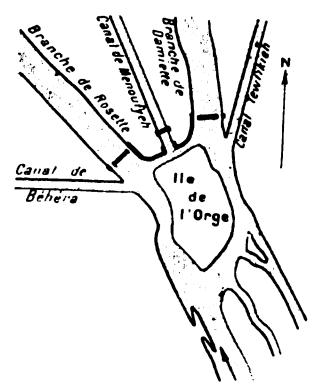


FIG. 2. — Disposition d'ensemble du barrage du Delta.

On constituerait ainsi progressivement une série de réservoirs permettant de diminuer le débit des crues trop fortes et d'augmenter celui des basses eaux. Lorsque la crue annuelle est trop importante, les digues sont rompues et il en résulte des désastres ; lorsqu'elle est trop faible, les terres hautes restent stériles. Enfin, les irrigations artificielles absorbant toute l'eau du Nil pendant la saison sèche ; on ne peut, faute d'eau, augmenter les surfaces irriguées ; parfois même, comme nous l'avons dit, le débit d'étiage ne suffit pas, et les cultures d'été périssent avant leur maturité, partout où l'eau a manqué.

On comprend donc (2) l'immense intérêt qu'il y aurait à conserver, dans des réservoirs, les eaux inutiles d'hiver pour les employer pendant l'été. Quant à diminuer les crues trop fortes, on n'y peut songer, pour le moment ; leur débit, comme nous l'avons dit, atteint 14 000 mètres cubes par seconde, et pour en réduire la hauteur d'une manière appréciable, il faudrait des réservoirs d'une telle capacité que leur construction exigerait des sommes énormes, ou plutôt on serait conduit à aménager les grands lacs du centre de l'Afrique.

C'est, d'ailleurs, à ce but que tendent les projets futurs des Ingénieurs anglais. A leurs yeux, la construction des barrages d'Assyout et d'Assouan n'est qu'une étape, et les bassins qu'ils constituent ne sont que des anneaux de la chaîne continue de réservoirs que leurs créateurs se donnent la mission d'établir jusqu'au centre du continent africain, de manière à assurer non seulement la quantité, et comme nous le verrons plus loin, la qualité des eaux nécessaires à l'irrigation de toute la surface qui pourra être conquise sur les rives du Nil, mais encore la possibilité de la navigation sur toute la longueur du fleuve et, par suite, la domination de toutes les contrées qu'il arrose.

Le lac Tana (3), où le Nil Bleu prend sa source (fig. 3), présente une superficie de 3000 kilom. carrés : son bassin de réception atteint environ 18 000 kilom. carrés, et il pourrait fournir 6 milliards de mètres cubes par an. Les lacs Victoria et Albert Nyanza, qui donnent naissance au Nil Blanc, ont respectivement 70 000 et 4500 kilom. carrés, et pourraient fournir annuellement 12 milliards de mètres cubes. Les lacs Tana et Victoria se terminent par des seuils rocheux et des cataractes, et n'ont pas besoin qu'on relève sensiblement leur plan d'eau. Il suffirait d'élargir les seuils ou de faire des prises d'eau par des tunnels. Pour le lac Albert Nyanza, il conviendrait de le relever de 1 mètre par un barrage qui, paraît-il, n'offrirait pas de difficultés sérieuses (1).

Ces travaux devraient être suivis de la construction de digues submersibles dans le lit du Nil Blanc, entre Gondokoro et Fachoda. Ces ouvrages auraient pour objet d'empêcher les eaux du fleuve de se répandre dans les marais qui bordent ses rives, et de les diriger vers l'Égypte. En même temps la qualité de ces eaux serait considérablement améliorée. Leur séjour dans la partie marécageuse, dont il vient d'être question, les rend, en effet, extrêmement insalubres; elles prennent une couleur qui leur a fait donner le nom d' « eaux vertes » (2) et, dans les années de faibles crues, elles empoisonnent le fleuve, malgré l'aération intense qu'il subit au passage des six cataractes. En 1900, notamment, pendant la construction du barrage d'Assouan, qui les avait relevées de quelques mètres, les « eaux vertes » devinrent absolument fétides sur une longueur de 30 kilom. en amont des ouvrages.

Les « eaux vertes » ne sont pas à redouter quand la crue est abondante : en effet, ce n'est que dans le cas contraire que les marais perdent leur communication avec le lit principal. Leur niveau s'abaisse considérablement sous l'influence de la puissante évaporation qui se produit dans les contrées équatoriales : les eaux se corrompent, puis, quand vient la crue, les marais sont inondés et déversent leur flot fétide dans le Nil. Il y a lieu d'espérer qu'avec l'important débit emprunté au lac Albert Nyanza, et avec le maintien des eaux dans le lit normal sous l'action des digues submersibles, le lac No redeviendrait ce qu'il a dû être dans le passé, un immense réservoir qui, avec l'aide d'un barrage établi à Tewfikieh ou à la sixième cataracte, emmagasinerait tout le volume du Nil Blanc, et assurerait à l'Égypte, en eaux de bonne qualité, la quantité dont elle a besoin pour mettre en valeur toute la vallée du fleuve, soit 1 560 000 hectares, alors qu'un million d'hectares sont seuls actuellement en pleine production.

En attendant, on a dû se contenter de créer à Assouan, c'est-à-dire à l'entrée du Nil, dans la Haute Égypte, un barrage capable de mettre en réserve les eaux suffisantes pour supprimer tout danger de sécheresse pour les cultures d'été *(Séfi)* (canne à sucre, coton, riz, etc.) qui ont une bien plus grande valeur que les cultures d'hiver *(Chétuy)*. Puis, on a établi à Assyout un second ouvrage qui commande les seuils des canaux d'irrigation principaux de la Moyenne Égypte. La figure 4 donne le profil en long de la vallée du Nil, telle qu'elle est actuellement aménagée par les trois ouvrages principaux que nous avons successivement indiqués. Les besoins à satisfaire sont les suivants : les récoltes d'été, pour ne pas trop souffrir, ne doivent pas manquer d'eau pendant plus de quinze jours. On estime, d'autre part, qu'il faut aux eaux emmagasinées dans le réservoir, onze jours pour atteindre l'origine des canaux principaux à partir de la première cataracte. On se trouve donc dans des conditions d'exploitation convenables (3).

Le volume d'eau minimum nécessaire en été, non compris le débit du Nil à l'étiage, pour assurer l'irrigation continue de toute l'Égypte, est évalué, par M. Garstin, sous-secrétaire d'État au Ministère des Travaux publics, à 3661 millions de mètres cubes par an, se répartissant comme suit :

Haute Égypte.	1160 millions.
Moyenne —	950 —
Basse —	1551 —
TOTAL	3661 millions.

Ce qui correspondrait à un débit de 1 600 mètres cubes par seconde, alors que le débit naturel du Nil se réduit à 240 mètres cubes par seconde au milieu de juillet, dans les années sèches. Le réservoir d'Assouan contient seulement 1 065 millions de mètres cubes, ce qui fait comprendre pourquoi les Ingénieurs anglais sont disposés à faire appel ultérieurement aux ressources que peuvent fournir les grands lacs dont nous avons parlé. Nous allons maintenant donner la description des barrages d'Assyout et d'Assouan, et quelques détails sur les travaux d'établissement de ces importants ouvrages.

Barrage d'Assyout. — Cet ouvrage (fig. 1) est destiné à assurer les irrigations de la Moyenne Égypte et du Fayoum, et commande la prise d'eau du grand canal Ibrahimieh qui en forme l'artère principale. M. Willcocks, directeur du Service des réservoirs, indique que, sur les 990 millions de mètres cubes (4) disponibles dans le réservoir d'Assouan, il se produira, pour diverses causes, une perte de 227 millions de mètres cubes entre les deux ouvrages, et qu'il restera encore 763 millions de mètres cubes disponibles au droit du barrage d'Assyout. Il permettra d'irriguer une surface supplémentaire de 120 000 hectares.

(1) *Les Projets de Réservoirs du Nil*, par A. BOULÉ (*Génie Civil*, t. XXVI, n° 4, p. 49).

(2) *Idem*.

(3) *The Engineer*, 12 décembre 1902.

(1) Il convient d'ajouter que seul, du moins pour le moment, le lac Albert Nyanza se prêterait à ces projets, car le lac Tana est situé en Abyssinie, et le relèvement du lac Victoria pourrait inonder des territoires n'appartenant pas à l'Angleterre.

(2) Les eaux normales du Nil portent le nom d'eaux rouges, à cause de la couleur que lui communique le limon qu'elles tiennent en suspension.

(3) D'après les prévisions de M. Willcocks, les eaux mettraient quatre-vingt-dix jours à venir du lac Victoria, trente-neuf de la sixième cataracte, trente-trois de chacune des cinquième, quatrième et troisième, et vingt de la seconde.

(4) Le chiffre de 990 millions de mètres cubes correspond au chiffre de 1 065 millions précité déduction faite de 75 millions pour l'évaporation.

Digitized by Google

Le barrage d'Assyout, quoique beaucoup moins important comme dimensions que celui d'Assouan, constitue cependant encore un ouvrage considérable. Il a, en effet, une longueur de 825 mètres avec une hauteur de 12m 50 au-dessus du radier, et se termine par une plate-forme de 4m 45 de largeur. Il présente 111 arches en pierre de 5 mètres de hauteur et de 4m 80 de largeur, qu'on peut fermer par des portes métalliques de 4m 80 de hauteur. Les piles ont généralement 2m 50 d'épaisseur, mais, de neuf en neuf, elles présentent un renforcement qui les porte à 3m 90. L'épaisseur de l'ouvrage à la base est de 8m 50 dans les arches, de 13m 50 sur les piles ordinaires et de 14m 90 sur les piles renforcées. La plate-forme assure une communication

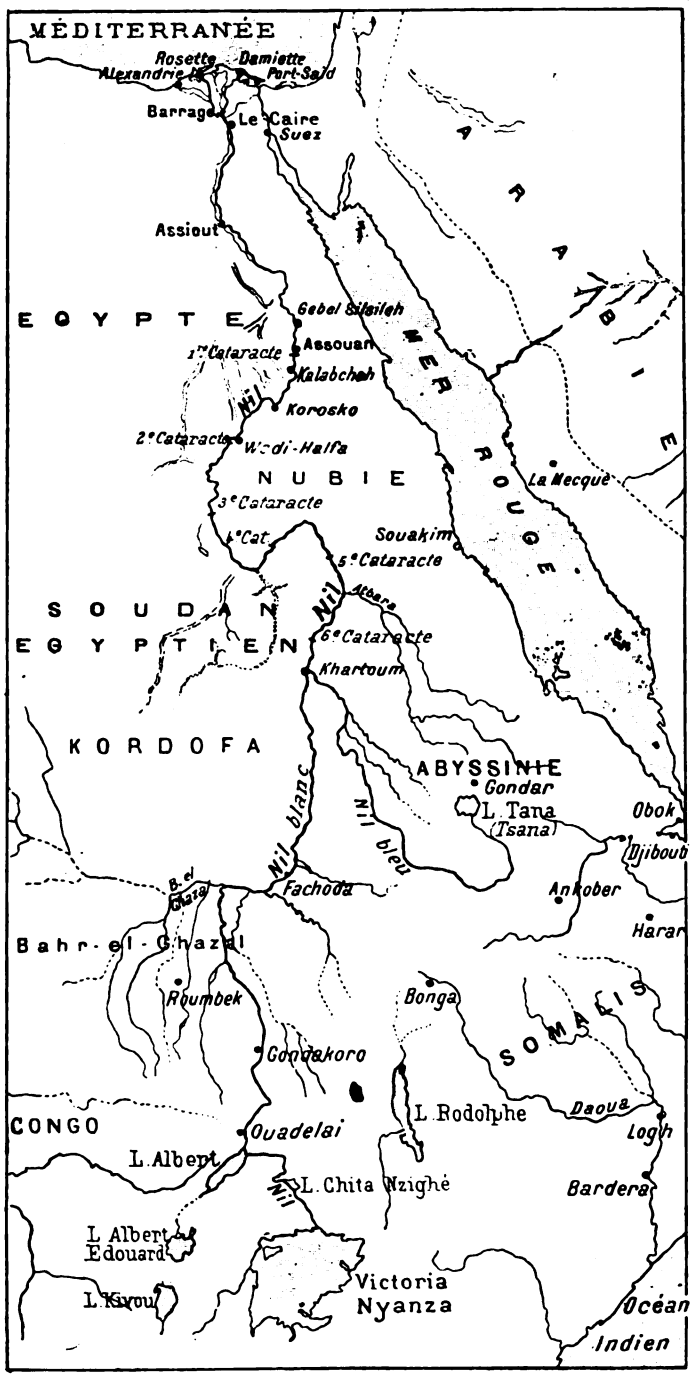


Fig. 3. — Carte du bassin du Nil.

entre les deux rives et sert également de support aux treuils de manœuvre des portes, qui sont analogues à ceux du barrage d'Assouan.

Une écluse de 80 mètres de longueur sur 16 de largeur est accolée à la rive gauche du fleuve et assure la navigation.

Exécution des travaux. — Le premier projet consistait à fonder le radier sur une série de puits bétonnés et à le protéger, tant à l'amont qu'à l'aval, par des murs constitués à l'aide de caissons rectangulaires en fonte également remplis de béton. Ce procédé n'a pu être employé à cause des délais qu'il aurait exigés. Les entrepreneurs ont préféré, comme protection, un rideau de palplanches en fonte, assemblées à rainures et à languettes, avec joints cimentés. Ce rideau descend dans le lit du fleuve jusqu'à 6m 90 au-dessous du radier, et doit le préserver de tout affouillement. Le radier lui-même a une longueur de 26m 10 et une épaisseur de 3 mètres. Enfin, le lit est protégé à l'amont, sur une longueur de 20 mètres, par un banc d'argile corroyée, surmonté d'enrochements, et à l'aval, sur la même longueur, par des enrochements qui reposent sur une série de couches filtrantes en pierrailles inversées, de manière à arrêter dans leurs interstices tous les sables que pourraient entraîner les sources dues à la sous-pression.

Le principe qui a présidé à l'exécution est celui de la fondation par épuisements à l'aide de batardeaux, ces derniers édifiés en sacs de sable. Mais, alors que, sur les emplacements d'Assouan, on n'a pas eu à combattre de venues d'eau sérieuses, il y eut, au contraire, à Assyout, des infiltrations considérables.

Le lit du fleuve présentait, sur la rive gauche, de larges atterrissements laissés à peu près à sec au moment de l'étiage, et le bras vif s'était porté le long de la rive droite. Les travaux furent donc immédiatement commencés sur la partie la plus facile, de manière à y détourner ensuite le courant normal. La campagne de 1899 suffit à élever les fondations de l'écluse et de vingt-neuf arches, en sorte qu'au moment de la crue, leur sommet était hors d'eau. Dans la campagne de 1900, le débit du Nil étant exceptionnellement faible, on poussa les travaux avec toute l'activité possible, pour arriver à terminer les fondations. On employa jusqu'à 13 000 ouvriers par jour, mais on ne put y parvenir complètement, par suite d'une avance dans la crue qui eut lieu le 23 juillet. Il manquait encore à ce moment 19m 50 de maçonnerie à construire, et 140 mètres n'étaient qu'en partie terminés. Cette portion ainsi inachevée était naturellement celle qui devait clore le lit vers la rive droite. Ce fut, d'ailleurs, celle qui occasionna le plus de dépenses, car elle nécessita le détournement du fleuve, sous la partie déjà construite.

L'édification des batardeaux commença le 28 janvier 1900, et le premier fut établi au milieu du fleuve. Il enclavait une superficie d'environ 2h 70a. On mit en marche les pompes centrifuges le 4 mars, mais il fallut bientôt s'arrêter, parce que la partie Est du mur de sacs n'était pas étanche. On la consolida en établissant en face d'elle une autre muraille, qui laissait entre les deux un vide d'environ 1 hectare.

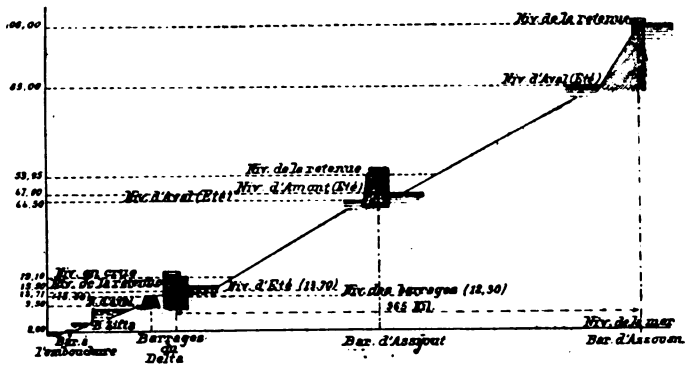


Fig. 4. — Profil en long de la vallée du Nil.

On put alors reprendre les épuisements dans le batardeau principal et continuer l'élévation de treize piles, commencées dans la campagne précédente.

On essaya ensuite de compléter le radier au milieu du fleuve. Mais le travail d'épuisement ne tarda pas à présenter les plus grosses difficultés. Les batardeaux supportaient avec peine la pression des eaux extérieures, et des venues d'eau nombreuses et abondantes se manifestaient en tous sens. Les Ingénieurs entreprirent alors de relier les batardeaux à la rive Est, et employèrent, à cet effet, jusqu'à 1 500 000 sacs de sable. Ils réussirent à tenir cette digue étanche et à détourner le courant vers la rive gauche. Quinze pompes centrifuges de 0m 24 accompagnées d'un certain nombre d'autres plus petites fonctionnaient jour et nuit pour les épuisements. Enfin, le 10 mai 1901, on put commencer la maçonnerie du radier. Un mois plus tard, la dernière pierre des fondations était placée, et l'on procédait en toute tranquillité à la construction des douze dernières piles. Mais, pour contre-balancer l'effet des venues d'eau susceptibles de se produire ultérieurement, et combler tous les vides qui auraient pu exister sous le radier déjà édifié, on perça, de 3 en 3 mètres, des trous dans le massif du radier, et on y injecta, sous pression, un coulis de ciment jusqu'à 5 mètres de profondeur. Ces précautions n'étaient que trop justifiées, car on trouva, du côté de la rive Est, une partie des maçonneries sous laquelle des affouillements considérables s'étaient déjà produits.

Toute la maçonnerie était terminée à la fin de 1901 : on posa alors les portes avant la crue et on équipa l'écluse pour permettre la navigation.

En même temps qu'on construisait l'ouvrage principal, il a fallu remanier entièrement la prise d'eau du canal Ibrahimieh, qui est située à l'amont, et devait recevoir, à la fois, un plus grand volume d'eau et sous une plus grande hauteur. Cette prise comprend un barrage à neuf arches de 5 mètres d'ouverture et une écluse de 8m 50 de largeur. La prise se règle au moyen de deux vannes superposées, dont chacune a 3m 45 de hauteur. Le système de construction et de fondation a été identiquement le même que pour le barrage principal.

Digitized by Google

Ces travaux, pour lesquels une durée de cinq années avait été accordée par le cahier des charges, ont été terminés avec près de deux ans d'avance.

Les prévisions de dépenses pour les ouvrages d'Assyout et la prise d'eau du canal Ibrahimieh étaient les suivantes :

Barrage d'Assyout	£	333 700	
Écluse		74 600	
Somme à valoir		40 700	
	£		449 000
Prise d'eau du canal Ibrahimieh : Barrage	£	32 900	
Écluse		36 100	
Somme à valoir		7 000	
	£		76 000
TOTAL	£		525 000

Elles ont été considérablement dépassées, car, à la fin de l'année 1901, on avait déjà payé 884 000 livres sterling, soit 22 110 000 francs.

Les Ingénieurs qui ont dirigé les travaux des ouvrages d'Assyout sont MM. A. L. Webb, directeur général des réservoirs, et M. Stephens. Sir Benjamin Baker les a suivis en qualité d'Ingénieur-Conseil. Les entrepreneurs ont été les mêmes que pour le barrage d'Assouan, MM. John Aird et Cie, pour les maçonneries, et MM. Ransomes et Rapier, pour la partie métallique.

Dans un prochain article, nous donnerons la description du barrage d'Assouan et des travaux préservatifs effectués dans l'île de Philæ.

G. RICHOU,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

CONSTRUCTIONS NAVALES

LE PAQUEBOT « KAISER WILHELM II »

(Planche XXIV. — Suite et fin[1].)

Dans le précédent numéro, nous avons donné la description de la coque du paquebot *Kaiser Wilhelm II* et de ses emménagements; nous allons décrire maintenant les machines et les chaudières, qui constituent le plus puissant appareil moteur et évaporatoire qu'on ait placé, jusqu'à ce jour, sur un navire de commerce.

MACHINES MOTRICES. — L'installation motrice du navire se compose de quatre machines à pilon, de 10 000 chevaux indiqués chacune, attelées deux par deux, sur deux lignes d'arbres (fig. 1. pl. XXIV).

Ces machines sont à quadruple expansion et à trois manivelles; elles sont séparées par des cloisons et se trouvent chacune dans un compartiment étanche. Elles peuvent fonctionner ensemble ou comme unités indépendantes, en cas d'avarie à l'une ou l'autre machine du même groupe.

La disposition de leurs cylindres, sans être nouvelle en principe, n'avait pourtant pas encore été adoptée sur les grands paquebots transatlantiques; en effet, jusqu'ici, dans les diverses dispositions tandem, on avait toujours placé les cylindres à haute pression au-dessus des cylindres à basse pression; mais ici, pour chaque machine, le cylindre à haute pression se trouve au-dessus du premier intermédiaire; puis le second intermédiaire et le cylindre à basse pression sont placés dans l'ordre naturel.

Pour les deux machines conjuguées d'un même bord, les deux éléments tandem sont placés côte à côte, et l'ordre naturel des autres cylindres de chaque machine va donc de l'axe transversal du groupe, matériellement représenté par la cloison de séparation des machines, vers l'avant, pour la machine avant, et vers l'arrière, pour la machine arrière.

Il résulte de cette disposition de cylindres et de machines, certains avantages dans l'installation, dans la manœuvre, et dans le fonctionnement, notamment, celui d'avoir six manivelles calées sur une même ligne d'arbres, donnant alors pour chaque manivelle, en les supposant également chargées, un effort maximum de 3 330 chevaux, tandis que cet effort est de 4 500 chevaux sur le *Deutschland*, et de près de 5 000 chevaux sur *Campania* et *Lucania*.

Dans les conditions ordinaires, les quatre machines sont commandées deux par deux du parquet de manœuvre des machines avant; mais, en cas de besoin, elles peuvent l'être du parquet de manœuvre des machines arrière, étant donné que les appareils de mise en marche, valves de vapeur, etc., se trouvent sur chaque machine, et que les arbres de relevage des deux machines conjuguées sont solidaires. Ces arbres, comme les arbres moteurs, sont réunis par un tronçon qui traverse la cloison dans un presse-étoupes.

Les quatre machines sont reliées ensemble, transversalement et longitudinalement à travers les cloisons qui les séparent, au moyen d'entretoises en acier coulé, placées dans le prolongement des faces extérieures des plaques de fondation, pour le sens longitudinal, et par d'autres, placées à la hauteur du dessous des cylindres, pour le sens transversal.

Les cylindres de chaque machine ont les diamètres suivants :

Cylindre haute pression	0,950
Premier cylindre intermédiaire	1,250
Deuxième cylindre intermédiaire	1,900
Cylindre basse pression	2,850
Course commune	1,800
Rapports du volume des cylindres	1 : 1,73 : 4 : 9
Durée d'introduction maximum dans H. P.	0,75

Les cylindres sont tous en fonte et leurs chemises sont en fonte à grain fin ; ils ont tous des enveloppes de vapeur, et les fonds ainsi que les couvercles ont des moyens de réchauffage, bien que leur utilité ou l'économie qui en résulte donnent lieu à des opinions diverses.

Les quatre cylindres et leurs boîtes à tiroir ont été respectivement éprouvés aux pressions de 20, 15, 7 et 3 kilogr. par centimètre carré.

La forme du corps des pistons diffère pour chaque cylindre, et leurs garnitures sont du type Ramsbottom, excepté pour les pistons des cylindres à basse pression. Ces garnitures sont constituées par des bagues en acier, placées ici dans les rainures d'une couronne amovible, fixée sur la face supérieure des pistons au moyen de prisonniers. Ces bagues sont au nombre de quatre, pour les pistons des cylindres à haute pression, et de trois pour chacun des pistons des deux cylindres intermédiaires. Les pistons des cylindres à basse pression ont pour garniture un anneau Peck, constitué par deux anneaux plats superposés et rivés ensemble, formant tous les deux comme des maillons de chaîne qui se décroisent de moitié. Cette forme de bague est, paraît-il, très répandue en Allemagne. Malgré ces différences apparentes, les poids des pistons, avec les tiges et contre-tiges, sont égaux pour tous les trains.

Les tiroirs de distribution de vapeur sont tous cylindriques, excepté ceux des cylindres à basse pression qui sont plans. Les deux cylindres tandem n'ont pas leurs tiroirs directement superposés, bien qu'ils soient actionnés par les mêmes excentriques.

Le tiroir du cylindre premier intermédiaire, placé dans l'axe longitudinal de la machine, est actionné directement, tandis que celui du cylindre à haute pression, placé sur le côté du cylindre, est actionné par l'intermédiaire d'un balancier, dont l'axe d'oscillation est situé au-dessous du cylindre inférieur.

Cette disposition a été adoptée, pour la première fois, sur le *Kronprinz Wilhelm*, comme étant préférable aux deux tiroirs directement superposés et conduits par la même tige, au double point de vue de la visite de ces organes et du montage de leurs diverses parties.

Les deux autres cylindres ont des tiroirs doubles, dont les tiges, situées dans le même plan transversal, perpendiculaire aux machines, sont réunies par une traverse placée en dehors des boîtes à tiroirs, et actionnée alors comme à l'ordinaire.

Tous les cylindres sont recouverts d'une couche de 40 millimètres d'épaisseur de mastic calorifuge, recouvert à son tour par une tôle de fer galvanisé.

Il n'y a pas d'organes particuliers de détente; mais on peut faire varier l'introduction de la vapeur dans tous les cylindres, au moyen d'un petit dispositif, placé à l'extrémité des leviers des arbres de relevage.

Les bâtis sont en acier coulé et à fourche ; ils sont largement évidés sur toutes leurs faces et paraissent relativement légers ; leur hauteur est de 4m 430.

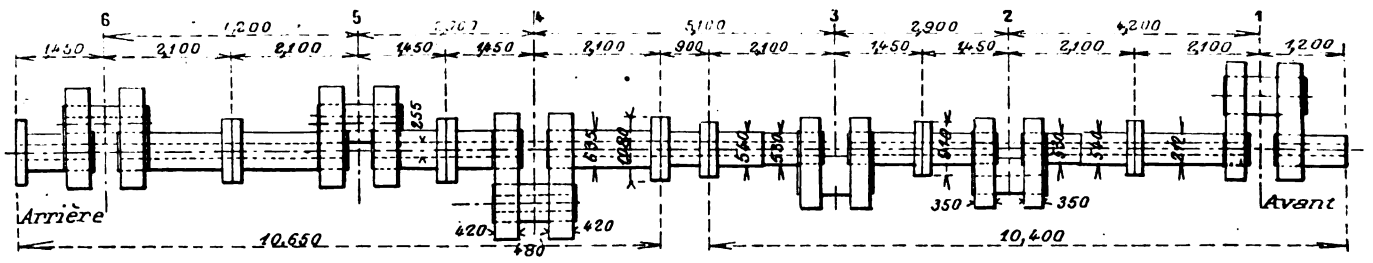


FIG. 1. — Vue d'un arbre à manivelles.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 23, p. 353.

Digitized by Google

Les trois bâtis de chaque machine sont reliés, à leur partie supérieure et des deux côtés, par des tirants longitudinaux.

En raison du grand écartement qui existe entre deux des bâtis extrêmes de chaque machine, écartement dû au demi-diamètre du cylindre à basse pression d'une part, et à sa boîte à tiroir de l'autre, deux colonnes en acier forgé ont été placées sous la boîte à tiroir et descendent jusque sur les tôles carlingues des machines, où leurs pieds sont fixés.

Les plaques de fondation, en acier coulé, sont aussi très largement évidées; elles ont 1m 970 de hauteur, leur largeur, à la base, est de 4m 590, et leur longueur environ 11 mètres par machine.

Ces plaques de fondation sont composées de six parties pour chaque machine; ces parties sont boulonnées ensemble, et chacune d'elles porte un palier moteur, dont la longueur est de 520 millimètres.

Les paliers de butée sont réunis aux plaques de fondation des machines arrière, au moyen de deux pièces en acier coulé, boulonnées avec elles, et une de ces pièces sert de plaque de fondation aux deux vireurs, dont l'un est à bras et l'autre à vapeur.

Les paliers de butée sont, chacun, composés de treize collets mobiles, compris entre deux paliers ordinaires; ces collets sont du type *ordinaire*, en forme dite *de fer à cheval*. Les arbres de butée tournent dans un bain d'huile, qu'on a l'habitude de filtrer et de changer à tous les voyages. La hauteur totale des machines, du dessus des carlingues au-dessus du paquet de cylindres est de 9 mètres, et la hauteur totale au-dessus du cylindre à haute pression est de 13m 26.

Il existe dans chaque compartiment de machine une passerelle située à la hauteur du pont-promenade inférieur; elle sert surtout pour la manœuvre du chariot roulant. Au-dessous, et placés à des hauteurs convenables, se trouvent : le parquet supérieur, le parquet intermédiaire et le parquet des coulisses; le parquet de manœuvre correspond au-dessus des plaques de fondation.

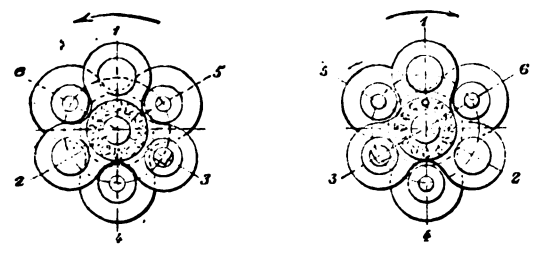


Fig. 4 et 5. — Calage des manivelles.

Chaque machine possède un appareil de renversement de marche, du type Brown, avec mise en train ordinaire : elle est, en outre, accompagnée d'un groupe d'appareils de servitude distincts, comprenant : un condenseur avec pompe centrifuge de circulation et machine motrice indépendante, une pompe à air double système Weir, une pompe alimentaire double Weir, à double effet, deux pompes sanitaires, une pompe de cale, une pompe à eau douce, une pompe de service, une pompe pour baignoires, et chaque groupe de machines accouplées possède, en outre, une bâche de 4 mètres cubes environ de capacité, un filtre, un évaporateur et une puissante pompe à incendie.

Au-dessus de chaque machine, à la hauteur du pont-promenade inférieur, circule, sur de forts barrots longitudinaux, un treuil à bras de 5 tonnes, et comme les treuils des quatre machines sont installés pour combiner leurs forces au besoin, c'est donc d'un appareil de levage de 20 tonnes que l'on dispose. Par ce moyen, on peut surtout soulever aisément le cylindre à haute pression, opération qu'il faut pouvoir faire, quand on veut visiter le cylindre premier intermédiaire placé au-dessous.

En vue des réparations courantes, qui peuvent se faire à bord, et que nécessitent les nombreuses machines et appareils de toutes sortes que renferme le navire, machines qui ne comportent pas moins de 140 cylindres à vapeur, il existe, à tribord, sur le deuxième entrepont, et par le travers des machines avant, un atelier et un magasin spécial aux machines.

L'atelier contient : un tour, deux machines à percer murales, une machine à raboter, une cisaille-poinçon, une meule et deux étaux portés par un établi fixé contre la cloison longitudinale. La machine électrique motrice de cet atelier, les diverses machines-outils et leurs transmissions ont été fournies et installées à bord, par un constructeur de Berlin. Tous les outils à main tels que : marteaux, ciseaux, burins, pinces, limes, mèches, filières, etc., sont placés dans des armoires, des tiroirs, ou sont portés par des râteliers, de manière que leur déplacement, surtout pour les gros outils, soit impossible dans les mouvements du navire.

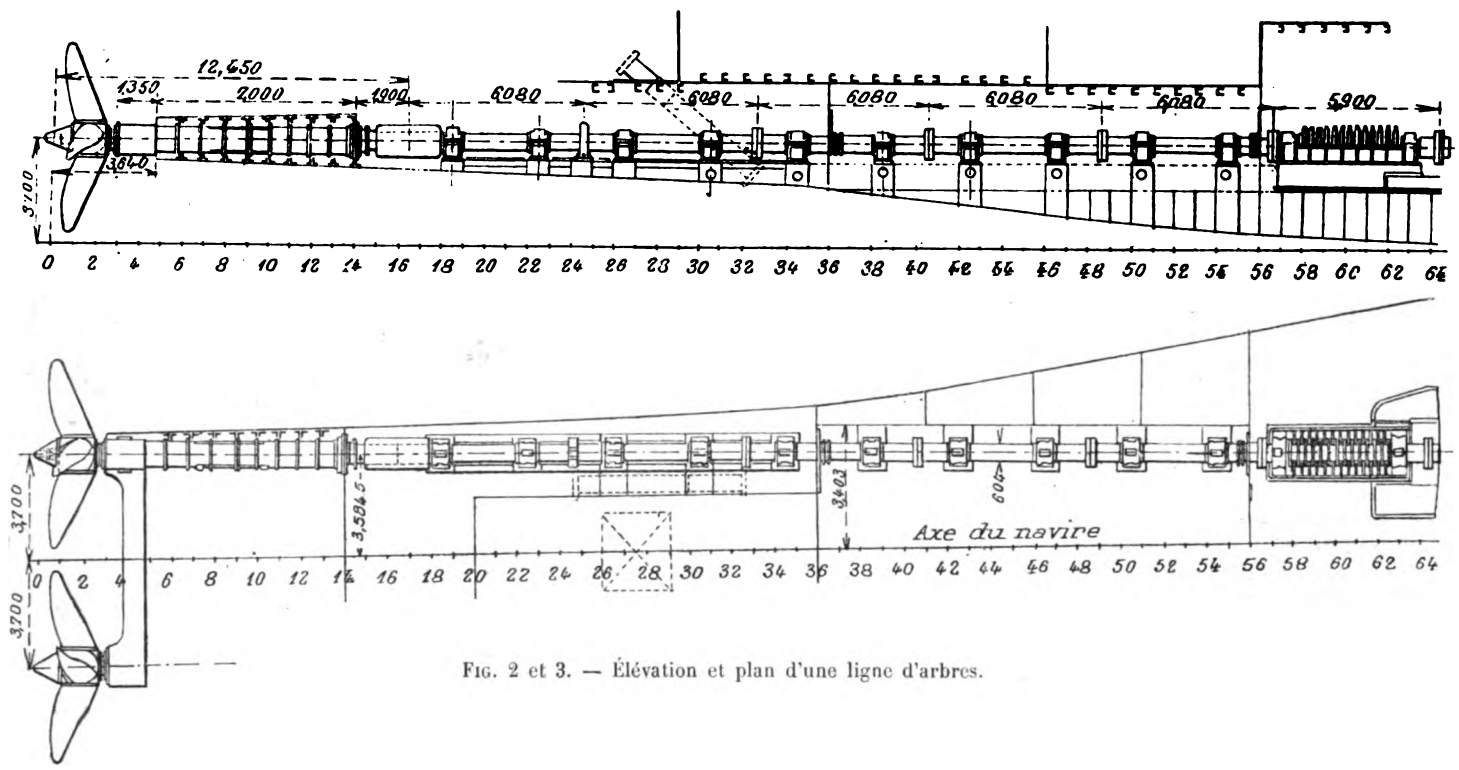


Fig. 2 et 3. — Élévation et plan d'une ligne d'arbres.

Lignes d'arbres. — Les lignes d'arbres sont complètement en acier; la longueur totale de chacune d'elles est de 70m 70, se décomposant de la façon suivante : 21m 93 d'arbres à manivelles en acier-nickel Krupp, à 55 kilogr. de résistance à la rupture, 20 % d'allongement et 38 kilogr. de limite d'élasticité; 5m 90 d'arbre de butée; 12m 45 d'arbre porte-hélice et 30m 40 d'arbres droits intermédiaires ou de tunnel, tous en acier Siemens-Martin.

Les arbres à manivelles (fig. 1) sont *built-up*, c'est-à-dire d'assemblage. Le diamètre de l'arbre à manivelle des machines avant est de 530 millimètres; celui de l'arbre des machines arrière est de 635 millimètres, tandis que le diamètre des tourillons est de 635 millimètres pour toutes les manivelles.

Chacun de ces arbres est formé de trois parties ou arbres coudés, dont deux seulement sont interchangeables pour les machines avant, tandis que pour les machines arrière, les trois parties sont interchangeables. Un tronçon d'arbre, de 900 millimètres de longueur, réunit les arbres à manivelles des deux machines du même bord et sert à les isoler au besoin; il traverse la cloison transversale de séparation des machines dans un presse-étoupes.

L'angle de calage des trois manivelles de chaque machine est de 120 degrés (fig. 4 et 5); mais, au lieu de se superposer exactement en projection verticale transversale, les manivelles des deux machines attelées ensemble sur la même ligne d'arbres font entre elles un angle de 60 degrés, ce qui donne alors pour les six manivelles un angle de calage commun de 60 degrés.

De cette manière, et sans autre recherche que le rapport des volumes des cylindres indiqué ci-dessus, le couple de rotation est aussi régulier que possible, et les effets, sur la coque, des efforts dus au poids et à l'inertie des pièces en mouvement, sont réduits pratique-

Digitized by Google

ment à un minimum; à la condition, toutefois, que les deux machines fonctionnent ensemble et que les manivelles, des cylindres correspondants de chaque machine, soient diamétralement opposées.

Les arbres moteurs et ceux de butées sont seuls forés, le diamètre du trou est de 212 millimètres pour les arbres des machines avant et 255 millimètres pour les arbres des machines arrière et ceux des butées; tous les autres arbres sont pleins.

Chacun des arbres droits intermédiaires ou de tunnels (fig. 2 et 3) est

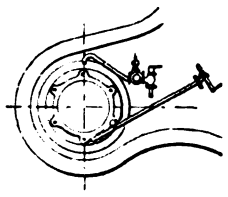


Fig. 6. — Couple 14.

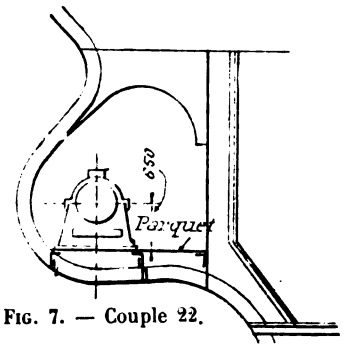


Fig. 7. — Couple 22.

composé de cinq tronçons d'une longueur uniforme de 6m 080, et de 604 millimètres de diamètre, supportés chacun par deux paliers ordinaires.

L'embarquement ou le débarquement de ces arbres se fait par un panneau spécial, percé au plafond des tunnels, exactement à l'aplomb du panneau de charge arrière.

La jonction des lignes d'arbres intermédiaires avec les arbres porte-hélice se fait au moyen d'un manchon en acier forgé, de 1m 10 de longueur. Cette disposition permet de mettre en place, de l'extérieur, les arbres porte-hélice, précaution qui n'a pas été prise sur certains paquebots et qui rend beaucoup plus dispendieuse cette opération, en cas d'accident.

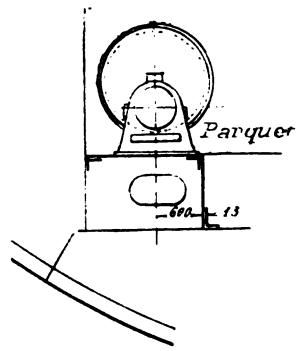


Fig. 8. — Couples 55 et 56.

Les arbres porte-hélice ont 645 millimètres de diamètre et leur longueur, à partir du moyeu, est divisée en trois parties dont les deux extrêmes, d'environ 3 mètres de longueur chacune, sont chemisées en bronze de 25 millimètres d'épaisseur. Ces parties tournent dans des garnitures en gaïac de 25 millimètres d'épaisseur, portées par une seconde chemise en bronze de 22mm 5 d'épaisseur, fixée au tube d'étambot.

Les tubes d'étambot, de 65 millimètres d'épaisseur, sont en fonte et en deux parties réunies par des boulons placés sur deux brides extérieures; ils sont armés de nervures transversales et leur diamètre à l'œil du bras de l'étambot est de 1 mètre.

Les coupes transversales (fig. 6, 7 et 8), faites en divers points des bossages ou ailerons et du tunnel, montrent la disposition des paliers des arbres intermédiaires et du presse-étoupes du tube d'étambot.

Condenseurs et pompes. — Chaque machine possède un condenseur à surface de forme cylindrique, de 2m 605 de diamètre et de 3m 450 de longueur entre plaques; mais la longueur totale en dehors des coquilles est de 4m 350. L'enveloppe des condenseurs est en laiton laminé de 7 millimètres d'épaisseur; les plaques de tête sont en bronze de 25 millimètres d'épaisseur et les plaques intermédiaires ont 16 millimètres. La longueur des tubes étant de 3m 45, leur diamètre extérieur de 19 millimètres et leur nombre de 5 296, la surface totale réfrigérante par condenseur est de 1 090 mètres carrés. L'eau circule dans les tubes, et le diamètre des tuyaux d'entrée et de sortie d'eau de circulation est de 500 millimètres.

Indépendamment de ces condenseurs principaux, il se trouve dans la chambre de machine tribord arrière, un condenseur auxiliaire ayant une surface réfrigérante de 100 mètres carrés. Ce condenseur possède aussi une pompe à air et une pompe centrifuge de circulation indépendantes.

La pompe à air de chaque condenseur principal est double, du type Weir; le diamètre des cylindres à vapeur est de 343 millimètres, celui des corps de pompe, qui sont en bronze, est de 838 millimètres; la course des pistons est de 530 millimètres. Chacune de ces pompes est capable de maintenir le vide dans deux condenseurs simultanément et, à cet effet, les pompes à air des deux machines avant, et celles des deux machines arrière, sont en communication par un tuyau spécial et peuvent ainsi, l'une ou l'autre, en cas d'avarie, assurer sans interruption le fonctionnement des deux condenseurs.

La pompe centrifuge de circulation de chaque condenseur a une turbine de 1m 30 de diamètre extérieur et 500 millimètres de diamètre intérieur; le nombre de révolutions est de 150 par minute. Ces pompes et leur moteur à vapeur offrent, dans les paliers de la pompe et le tiroir de la machine, quelques petits détails particuliers de construction que nous nous bornons à signaler.

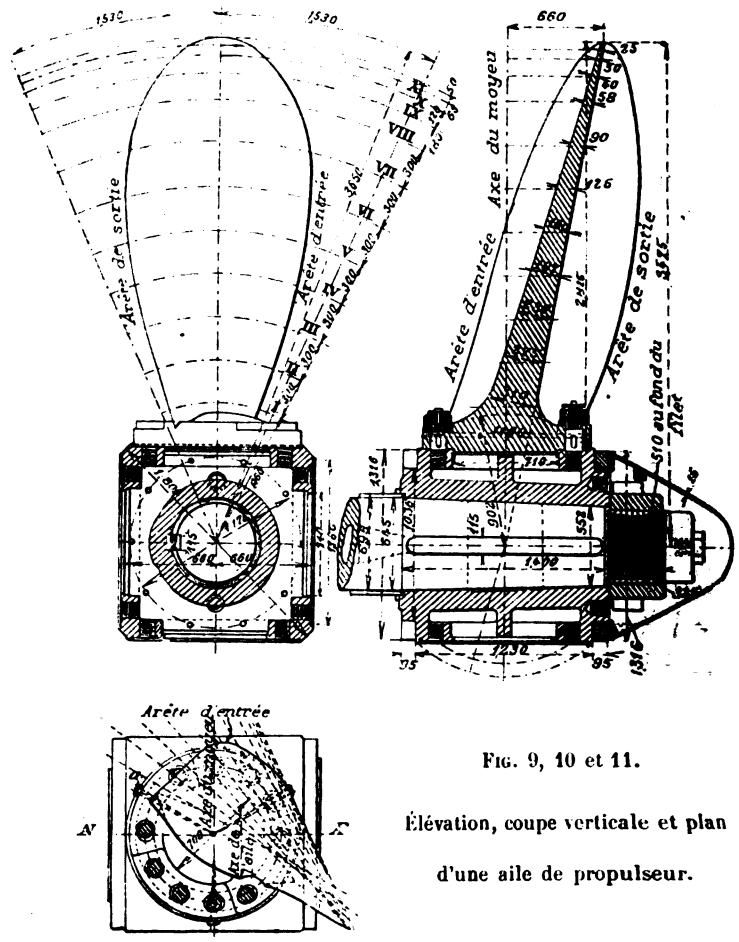


Fig. 9, 10 et 11.

Élévation, coupe verticale et plan d'une aile de propulseur.

Les pompes de circulation des machines symétriques ont une disposition de tuyautage analogue à celle des pompes à air, leur permettant de se substituer l'une à l'autre, en cas d'avarie dans une d'elles, afin de ne pas interrompre le fonctionnement des condenseurs. Il est inutile d'insister sur les avantages d'une pareille disposition.

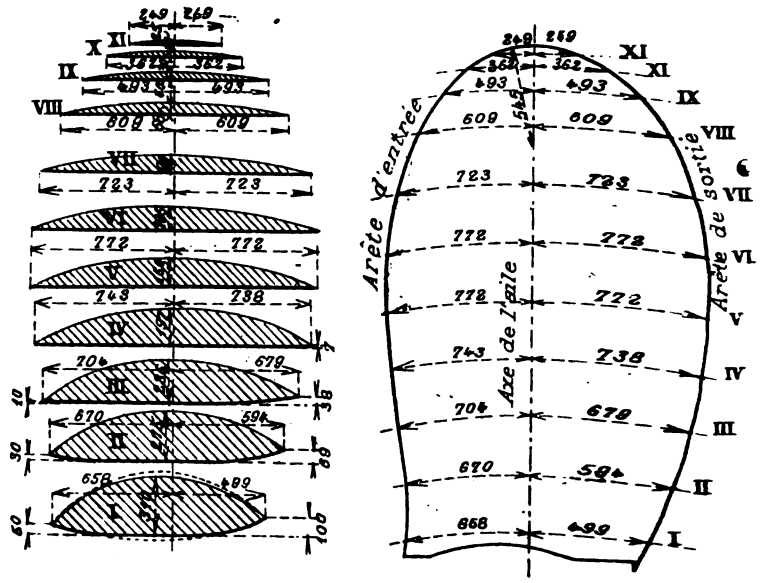


Fig. 12 et 13. — Coupes et tracé d'une aile.

Propulseurs. — Les propulseurs sont à quatre ailes en bronze au manganèse; elles sont fixées sur un moyeu en fonte, qui porte à ses deux extrémités une frette en fer mise à chaud. Le mode d'attache des ailes sur les moyeux, que nous nous dispenserons de décrire, est le perfectionnement de plusieurs systèmes préalablement essayés sur des paquebots en service.

Le diamètre des propulseurs, à l'extrémité des ailes, est de 6m 950 les ailes sont à génératrice droite, inclinée de 0m 660 à la périphérie. Le pas est variable, il passe d'un minimum de 9m 70 à un maximum de 10m 90. La surface projetée des quatre ailes de chaque propulseur

Digitized by Google

est de 10m² 525, et le rapport de cette surface à celle du disque est de 0,278.

Il est à remarquer que les ailes sont rabotées et planées à l'aide d'une machine spéciale que possèdent les ateliers Vulcan.

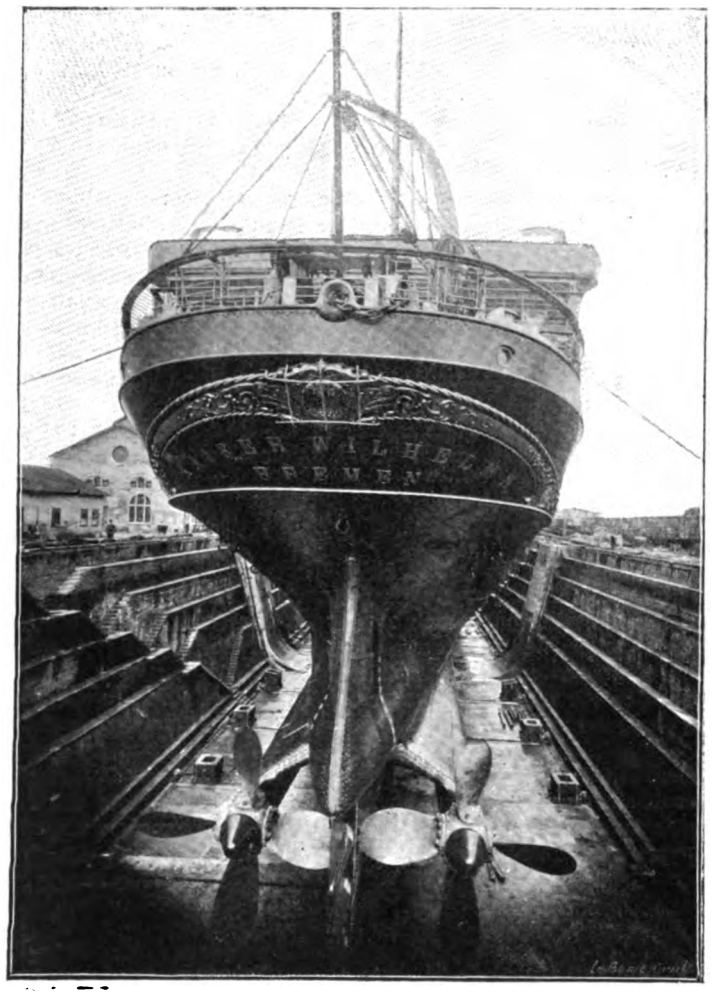


Fig. 14. — Vue de l'arrière du paquebot en cale sèche.

Dans la marche avant, les hélices tournent en dehors, bien qu'il y ait quelque petit avantage à les faire tourner en dedans; mais la facilité de la manœuvre des machines a prévalu pour maintenir le sens de rotation en dehors.

coque du navire. Le renflement longitudinal fait à la coque, qu'on voit au-dessus des ailerons, sur la même figure, a permis de loger le té et les bielles de manœuvre du mouvement de gouvernail, au-dessous de la flottaison. Cette disposition n'est, du reste, que la reproduction de ce qui existe déjà sur quelques autres grands paquebots allemands.

Appareil évaporatoire. — L'appareil évaporatoire du *Kaiser Wilhelm II* se compose de douze chaudières doubles cylindriques ordinaires et de sept chaudières simples du même type. Les chaudières doubles (fig. 15 et 16) ont un diamètre extérieur de 5m 16 et une longueur de 6m 35; les chaudières simples ont le même diamètre que les doubles, mais leur longueur n'est que de 3m 675.

Elles sont à quatre foyers ondulés, du type Fox-Morison, de 1m 23 de diamètre, et la chambre de combustion est commune dans les chaudières doubles.

Le nombre de foyers est de 124, donnant une surface de grille de 290 mètres carrés; la surface de chauffe totale est de 10000 mètres carrés, égale à trente-cinq fois environ la surface de grille. La pression de régime est de 15 kilogr. par centimètre carré.

Les enveloppes des chaudières sont en acier Siemens-Martin de 38 millimètres d'épaisseur, pour la virole centrale, et 37mm 5, pour les viroles latérales des chaudières doubles; cet acier possède une résistance de 52 à 60 kilogr. par millimètre carré, avec un allongement de 20 % sur 200 millimètres. La résistance des autres tôles varie entre 40 et 50 kilogr., avec allongement de 25 %. Les tirants longitudinaux ont 72 millimètres de diamètre, ils sont vissés dans les tôles de façade avec écrous et rondelles sur chaque face de la tôle, à chaque bout. Les tubes tirants sont vissés et rivés sur les plaques à tubes et les entretoises sont vissées dans les tôles et portent des écrous en dedans et en dehors.

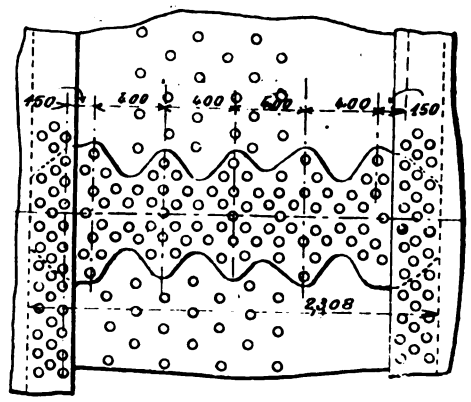


Fig. 17. — Rivetage des viroles et des abouts.

Les coutures circonférencielles de la virole centrale des chaudières doubles, sont à triple rang de rivets dans la partie supérieure, et à trois rangs et demi dans la partie inférieure, sur un tiers à peu près du développement total.

Les coutures circonférencielles des façades sont à deux rangs de rivets seulement. Les abouts des viroles sont à double couvre-joint avec rivets à disposition pyramidale et à bords échancrés (fig. 17).

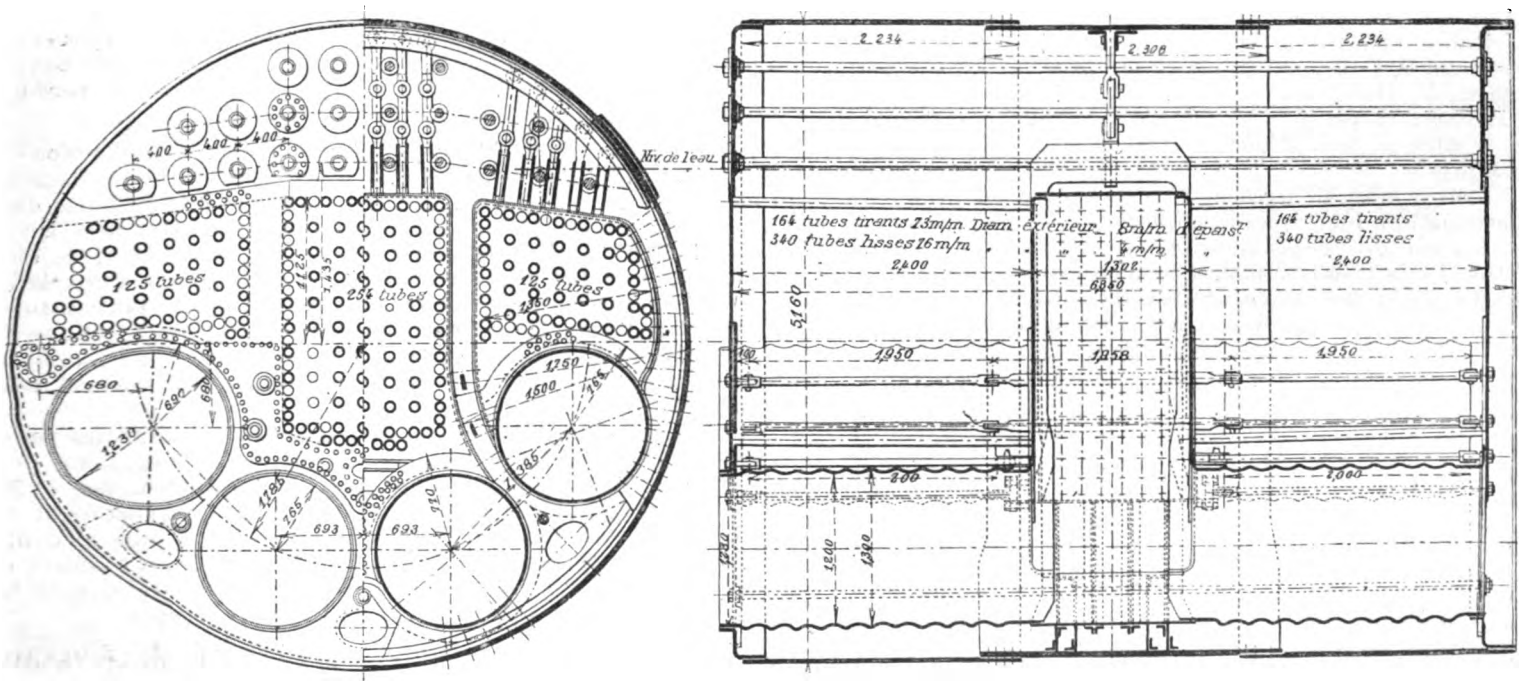


Fig. 15 et 16. — Coupes transversale et longitudinale d'une chaudière double.

Le tracé des propulseurs est donné par les figures 9 à 13, et **leur disposition** à l'arrière du navire est représentée par la figure **14, sur laquelle** on voit aussi que les ailerons sont normaux à la

Les rivets sont tous en acier et ont été mis en place à la presse hydraulique partout où l'on a pu.

Les chaudières sont placées, par groupes, dans quatre chambres

Digitized by Google

distinctes. Le groupe de la chambre avant se compose de trois chaudières doubles et une simple; les groupes des deux chambres du centre sont égaux et composés chacun de trois chaudières doubles et trois simples, et la chambre arrière ne contient que trois chaudières doubles.

Toutes les chaudières peuvent travailler ensemble, par groupes ou isolément, parce qu'elles possèdent toutes au complet les accessoires et le tuyautage nécessaires à ce triple mode de fonctionnement.

La répartition et le volume des soutes à charbon a, paraît-il, fait l'objet d'une étude spéciale, ayant pour base les résultats de l'expérience; cette étude a eu pour but d'obtenir, dans le service du charbon, le minimum de temps et de manutention, en supposant toutes les chaudières allumées pendant toute la durée du voyage.

Les chaufferies sont ouvertes; c'est-à-dire qu'elles sont en communication permanente avec l'extérieur au moyen de manches et de puits recouverts par des grillages, et les chaudières ne marchent qu'à tirage naturel « l'expérience ayant montré que le système de tirage forcé en vase clos n'était pas applicable aux navires de commerce, et que l'économie obtenue avec les autres systèmes de tirage ne justifiait pas le supplément de dépense et le poids nécessaire pour leur installation et leur entretien » (1).

Les cheminées, au nombre de quatre, soit une par groupe de chaudières, sont rondes et ont des diamètres inégaux, puisque leurs sections sont proportionnées à la surface de grille du groupe de chaudières auquel elles correspondent; elles ont toutes une enveloppe distante de 250 millimètres depuis leur base jusqu'aux grillages du pont-tente. A partir de ce point, cette enveloppe est supprimée et remplacée par une autre qui monte depuis le grillage jusqu'au haut, mais inégalement distante de la cheminée et prévue pour racheter les différences de diamètre, afin que les cheminées aient toutes, pour l'aspect extérieur, un diamètre commun de 5 mètres.

L'espace annulaire de la partie inférieure des cheminées est utilisé pour la ventilation et, en marche du navire, pour l'aspiration de l'air vicié de certains compartiments d'entreponts.

Les chaudières simples et doubles ont chacune trois ou six soupapes de sûreté à ressort groupées ensemble; ces soupapes peuvent, au moyen d'un mécanisme spécial, se manœuvrer au besoin de la chambre des machines ou de la chambre de chaudières adjacente.

Le tuyautage principal de vapeur se compose de quatre collecteurs, c'est-à-dire un collecteur indépendant par groupe de chaudières. Ces quatre collecteurs placés, deux à bâbord, pour le deuxième groupe et le groupe arrière de chaudières, et deux à tribord, pour le troisième groupe et le groupe avant de chaudières, aboutissent chacun dans les compartiments des machines à une soupape d'arrêt indépendante. Ces soupapes sont placées deux par deux dans chacun des compartiments avant des machines, sur la face arrière de la cloison avant de ces compartiments. A partir de ce point, les deux collecteurs de chaque bord se réunissent en un tuyau commun, qui permet de fournir de la vapeur aux deux machines à la fois, ou bien à l'une ou à l'autre des machines seulement.

Les collecteurs de vapeur sont en acier; tous les autres tuyaux de vapeur, d'alimentation, d'échappement, de pompes de circulation, etc., sont en cuivre.

Il y a, dans chaque chambre de chaudières, une pompe alimentaire Weir, de 120 tonneaux, pour chacune des chambres avant et arrière et une de 150 tonneaux, pour chacune des chambres milieu. Dans chaque chaufferie, se trouvent un éjecteur, dont la pompe est disposée pour servir au besoin de pompe alimentaire auxiliaire, et un monte-escarbilles à vapeur, qui peut aussi se manœuvrer à bras.

Les carlingues des chaudières sont assez élevées au-dessus du plafond du water-ballast pour permettre le nettoyage et les réparations au-dessous des chaudières.

Les deux tiers de la surface extérieure des chaudières sont recouverts d'un enduit calorifuge, maintenu en place par une toile métallique à très grosses mailles; la partie supérieure est recouverte d'une tôle de fer galvanisé de $1^{mm}5$ d'épaisseur, sur laquelle on peut marcher, et la partie inférieure est garnie de plaques de liège recouvertes d'amiante.

Nous venons de passer très rapidement en revue les principaux dispositifs qui nous ont paru intéressants concernant la coque, les aménagements et les machines du plus grand et du plus rapide des paquebots transatlantiques actuellement à flot.

Nous pensons néanmoins que, malgré la brièveté de cette description, on pourra se rendre un compte exact, soit de l'importance de la nouvelle unité dont la flotte commerciale allemande vient de s'augmenter, soit de la valeur que peuvent avoir les dispositions d'ensemble et les détails nouveaux de construction et d'installation, qui ont été adoptés dans les diverses parties du navire, et que nous nous sommes plus particulièrement proposé de faire connaître.

J. Bousquet.

(1) *Engineering*, du 21 août 1903.

NAVIGATION

LE DÉVELOPPEMENT DU COMMERCE SUR LES GRANDS LACS de l'Amérique du Nord.

Nous empruntons à une conférence de Sir Alfred Noble (séance annuelle de la Société américaine des Ingénieurs civils) une intéressante étude du développement progressif du commerce sur les Grands Lacs de l'Amérique du Nord.

Il faut remonter à 1763, pour trouver le souvenir des navires *Gladwyn* et *Castor*, qui figurèrent au siège de Détroit, pendant la guerre de l'Indépendance; plus tard, un bateau de 40 tonnes fut lancé, en 1772, par La Ronde, au-dessus des rapides de Sainte-Marie, à l'époque où, seul, le commerce des fourrures était pratiqué dans ces pays.

Alors se produisit le remarquable essor des grandes Compagnies de fourrures. En 1670, se fonde la Compagnie de la Baie d'Hudson, qui exerce son privilège pendant plus d'un siècle; aussitôt après la proclamation de l'Indépendance, se forment, avec tant d'autres, la Compagnie Américaine de fourrures et la Compagnie du Nord-Ouest. Celle-ci fusionne, en 1821, avec la Compagnie de la Baie d'Hudson, qui devient alors exclusivement commerciale.

Les canaux. — En 1812, la Compagnie du Nord-Ouest avait offert au gouvernement canadien deux bateaux de 60 et 120 tonnes; sur le lac Érié, avait été lancé le *Washington*, que l'on transporta plus tard par voie de terre, sur le lac Ontario; les voiliers se multiplièrent; puis, en 1818, fut lancé le premier steamer, le *Walk-in-Water*.

C'est en 1803 que perça la première idée des canaux, dont les travaux ne furent entrepris qu'en 1817. La comparaison entre les prix de transport des marchandises de Buffalo à Montréal et leurs prix de vente à New-York, montre l'impossibilité où l'on était alors de les conduire sur ce marché. Cependant, malgré des oppositions intéressées, New-York, par le canal d'Érié, s'assura la suprématie de son port. Ce canal n'avait que $8^{m}50$ de largeur au plafond et $1^{m}20$ de profondeur, les écluses 27 mètres de longueur sur $3^{m}65$ de largeur; il y circulait des bateaux de 35 à 45 tonnes. La dépense fut de 35 millions de francs.

L'ouverture du canal d'Érié donne une vigoureuse impulsion aux travaux : l'État d'Ohio établit son réseau de canaux, construits au même gabarit que le précédent, ce réseau, en 1852, atteignait 1 400 kilom. et avait coûté 75 millions.

Déjà, en 1826, avait eu lieu l'ouverture de la ligne de Pennsylvanie, de Philadelphie à Pittsburg, avec raccordements aux canaux de l'Ohio et au lac Érié; puis la construction du « Wabash and Erié Canal » qui recueillait les récoltes de maïs de l'Indiana, et celle du canal d'Illinois et de Michigan, ouvert en 1848 et qui portait des bateaux de 150 tonnes.

En 1848, on commence l'ouverture d'une seconde ligne de canaux, faisant communiquer au moyen des rivières de Fox et de Wisconsin, le Mississipi avec le lac Michigan. Ces canaux ont aujourd'hui perdu leur importance.

Une vigoureuse impulsion avait été donnée au commerce par l'ouverture, en 1829, du canal de Welland, qui supprimait les obstacles opposés, par les chutes du Niagara, à la navigation vers les ports de l'Atlantique. Ce canal portait des bateaux tirant $2^{m}30$ et d'une largeur de $6^{m}50$. En 1841, le Canada entreprit de mettre les lacs en communication directe avec l'estuaire du Saint-Laurent, à Montréal, par l'élargissement du canal de Welland, ce qui permit aux bateaux de $2^{m}45$ de tirant d'eau de passer du lac Érié dans la mer. Les écluses avaient, en général, 46 mètres de longueur sur 8 mètres de largeur. En 1870, les bateaux construits d'après ce gabarit étaient encore très employés.

Plus tard, le gouvernement du Canada a dépensé 135 millions pour l'aménagement de l'important réseau, qui permet de faire passer des Grands Lacs jusque dans la mer, à Montréal, des bateaux de $4^{m}30$ de tirant d'eau. Mais, aussitôt après son ouverture, on reconnut la nécessité d'agrandir le canal d'Érié : cette œuvre dura 27 ans et coûta 160 millions, pour établir un canal de $18^{m}30$ de largeur au plafond et $2^{m}15$ de profondeur, avec écluses de $33^{m}50$ de longueur sur $5^{m}50$ de largeur, permettant le passage de bateaux de 240 tonnes.

Entre le lac Huron et le lac Supérieur, la Compagnie de fourrures du Nord-Ouest avait établi un canal, pour éviter les rapides de Sainte-Marie, qui constituaient le principal obstacle à la navigation entre ces deux lacs. Les gisements de cuivre de cette région avaient aussi attiré l'attention, et l'on s'occupait de l'exploitation et du transport de ces minerais, qui ne pouvaient supporter les frais du portage établi pour éviter les rapides de Sainte-Marie.

Digitized by Google

Plus tard, en 1852, l'État du Michigan fut autorisé à aliéner 300 000 hectares de terres domaniales, pour couvrir les frais de la construction d'un canal d'au moins 30 mètres de largeur sur 3m 70 de profondeur, avec des écluses de 75 mètres de longueur sur 18 mètres de largeur, dimensions que l'on s'avisa de porter à 105 mètres et 21m 50. Grâce à l'entente de l'État avec la Compagnie du canal des chutes de Sainte-Marie, le travail fut terminé en juin 1855, malgré les difficultés matérielles de l'entreprise. La dépense s'était élevée à 5 millions.

A la fin de la guerre de Sécession, devant l'augmentation du trafic qui poussait à employer des bateaux de tonnage de plus en plus élevé, on porta la profondeur des canaux jusqu'à 4m 90. La Compagnie du canal des chutes de Sainte-Marie prit l'initiative de ces travaux, et construisit une nouvelle écluse de 82m 50 sur 13m 75, rachetant une chute de 4m 25.

Ces améliorations entraînèrent l'élargissement du canal de Welland, qui fut entrepris en 1870 et terminé en 1881, après avoir coûté 11 millions.

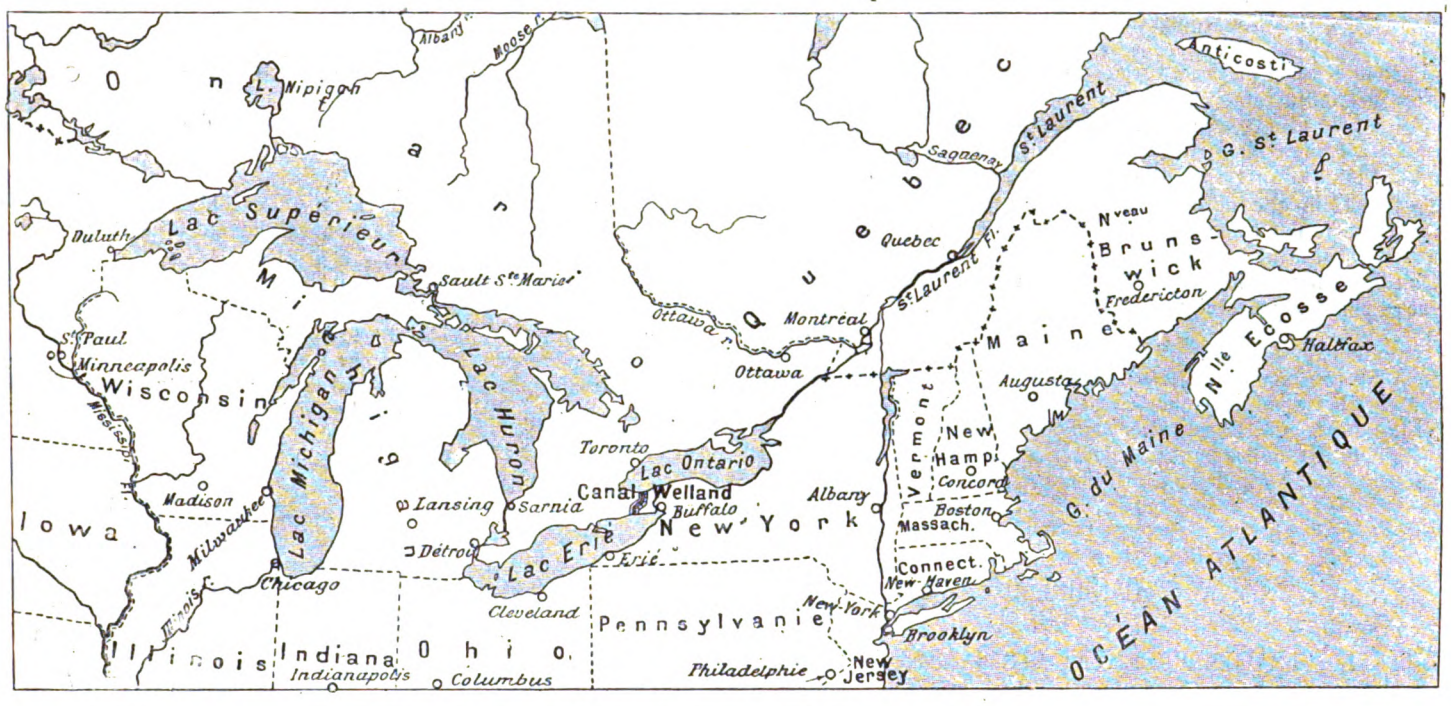
Le canal de 4m 90, sur les chutes de Sainte-Marie, fut terminé en 1884, tandis qu'une flotte spéciale de grands bateaux était construite, afin de profiter de ses nouvelles dimensions. La moyenne des arrivages de grains à Buffalo augmenta de 50 %, et les chargements de charbon atteignirent 3 à 4 millions de tonnes. De 300 000 tonnes, en 1866, les chargements de minerai de fer s'élèvent à 2 300 000 tonnes, en 1894; le tonnage des bateaux augmentait de 50 %, tandis que le prix du fret diminuait rapidement. Pour les minerais du Lac Supérieur, le fret grands bateaux qui y passent, et cela surtout lorsqu'il s'agit de voies où le courant est rapide, le trafic intense et la profondeur faible.

Tandis que ces travaux s'exécutaient, le gouvernement du Canada, voulant avoir un canal sur son territoire, en construisit un autre au prix de 20 millions. Ce canal, ouvert en 1895, a 6m 60 de profondeur et les écluses ont 270 sur 18 mètres.

Le système d'écluses aux rapides de Sainte-Marie comporte donc actuellement trois groupes indépendants, chacun rachetant la différence totale de niveau, et pourvu de toute la machinerie hydraulique ou électrique nécessaire aux manœuvres. La dernière écluse, bâtie sur la rive américaine, dessert à elle seule 70 % du tonnage total qui entre ou sort du Lac Supérieur.

Il est certain que la rivière de Détroit transite le plus gros tonnage du monde, car on l'estime de 40 à 50 millions de tonnes par an; celui de la rivière de Sainte-Marie, qui a été de 36 millions en 1902, doit être le second. De 1884 à 1898, les chargements de grains reçus à Buffalo ont atteint 7 millions de tonnes. Le mouvement des charbons est au moins équivalent, tandis que celui du minerai de fer est deux ou trois fois plus important.

On trouve ici l'exemple de trafics énormes réalisés avec un canal à écluses. Pendant la campagne de 1894, qui dura 234 jours, 16 800 000 tonnes passèrent par une seule des écluses, quoique le tonnage moyen des bateaux fût inférieur à 950 tonnes. Pendant les 264 jours de la campagne dernière, le tonnage transité par le triple système d'écluses aux rapides de Sainte-Marie approcha de 32 millions de tonnes, avec



Carte de la région des Grands Lacs de l'Amérique du Nord.

tomba de 15 francs à 6 fr. 75; celui du boisseau de blé, de Chicago à Buffalo, passa de 0 fr. 45 à 0 fr. 125. Le tonnage total du transit par le canal de Sainte-Marie augmenta de 440 %.

Avant même l'achèvement du canal de 4m 90, on songeait à augmenter encore cette profondeur. Les principaux ports sur les Lacs ont actuellement 5m 80 à 6m 40 de tirant d'eau, ainsi que les canaux de dérivation. Un nouveau canal fut alors creusé à travers les petits lacs et les défilés de la rivière de Sainte-Marie, raccourcissant le trajet de 17 kilom. environ et permettant la navigation de nuit.

Entre les lacs Huron et Supérieur, on a creusé ou approfondi 32km 50 de canaux; entre les lacs Huron et Érié, 34 kilom., ce qui fait que le transit entre les deux lacs extrêmes comporte une longueur de 65 kilom. de canaux artificiels.

Ces travaux d'amélioration consistèrent dans l'approfondissement à 7m 50 du canal de Sainte-Marie, la construction d'une écluse de 243 × 30 mètres, avec une hauteur d'eau au seuil de 6 mètres à 6m 60; ils furent ouverts en 1896 et coûtèrent 19 millions.

Les travaux de cette écluse ont été décrits, dès 1895, dans le *Génie Civil* (1). L'écluse avait été prévue pour le passage simultané de trois ou quatre grands bateaux, mais le rapide accroissement du tonnage des bateaux ne permit pas de réaliser ce projet.

Dans les canaux de jonction des Grands Lacs, où l'on adopta, en général, 90 mètres de largeur pour 6 mètres de profondeur, il a fallu, depuis, augmenter cette largeur jusqu'à 180 mètres et plus, d'après le principe qu'un canal doit être plus large que la longueur des plus

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVIII, n° 4, p. 52.

un tonnage moyen des bateaux de 1 400 tonnes. Plus de 22 millions de tonnes ont passé par une seule des écluses.

Depuis quarante-huit ans que le canal des chutes de Sainte-Marie est en service, les arrêts de la navigation causés par les écluses n'ont pas dépassé, paraît-il, une moyenne de deux jours par an.

Développement de la flotte. — L'amélioration des bateaux a suivi une marche parallèle à celle des canaux. Avant 1870, la majeure partie du fret était prise par des voiliers de 300 à 600 tonnes. En 1872, apparut le système des *barges*, remorquées seules ou par groupes de deux. Ces barges étaient des voiliers incomplètement gréés, mais pourtant capables de résister à la tempête par leurs propres moyens; leur tonnage inscrit était de 600 à 1 000 tonnes, mais elles portaient en réalité le double. A mesure qu'approchait l'ouverture du canal de 4m 90, la grandeur des bateaux augmentait et, en 1884, elle atteignait de 1 500 à 1 900 tonnes indiquées. Sur les steamboats, l'augmentation fut encore plus sensible. Quand la majeure partie du fret était constituée par les grains, les chargements avaient lieu dans les ports du lac Michigan et les plus grands bateaux circulaient entre ce lac et le lac Érié; plus tard, ceux-ci furent accaparés par le minerai.

De 1888 à 1891, le type courant sorti des chantiers était de 1 500 à 2 000 tonnes indiquées, portant 3 000 à 4 000 tonnes de charge réelle. Vers 1892, lorsque le minerai de fer fut devenu tout à fait prépondérant, on construisit pour lui des bateaux spéciaux, adaptés aux dimensions des canaux. Plus de la moitié des bateaux construits en 1896 dépassaient la capacité de 2 000 tonnes indiquées, tandis que six ans auparavant, il n'en existait pas un seul de ce tonnage. Les plus grands ont

Digitized by Google

été construits en 1900, avec 4500 tonnes de capacité indiquée, et une charge réelle double. Ces bateaux ont 152 mètres de longueur et 15m 80 de largeur.

En 1902, le tonnage des vaisseaux en bois lancés sur les Lacs a atteint 158200 tonnes, pour 104 bâtiments de 1520 tonnes en moyenne, et dans les ports de l'Atlantique et du Golfe du Mexique, 214500 tonnes, pour 856 bâtiments de 250 tonnes en moyenne.

Comme bateaux en fer, le tonnage sur les Lacs fut de 152267 tonnes, pour 44 bateaux de 3461 tonnes en moyenne. Celui des ports fut de 123751 tonnes, pour 62 bateaux de 2076 tonnes en moyenne.

Le tonnage total de la flotte des Lacs est environ le tiers de celui de la flotte de l'Union entière.

Fret. — Sur les Grands Lacs, le fret ne comprend que quelques catégories de marchandises, dont la manutention est très perfectionnée. Le minerai de fer, par exemple, est entassé sur des quais très élevés, d'où il tombe directement dans les cales. Ces quais peuvent recevoir jusqu'à un million de tonnes. On peut citer le chargement d'un bateau de 5300 tonnes qui fut exécuté en 70 minutes au travers de dix-neuf écoutilles. De même, un chargement de 5300 tonnes a pu être débarqué en 3 heures 45 minutes.

En 1888, le transport du minerai de fer dépassa, pour la première fois, 5 millions de tonnes. Après avoir doublé en sept ans, il dépassait 20 millions et demi de tonnes en 1901. Cette année-là, les mines du Lac Supérieur fournirent 74 % de la production totale de l'Union. En 1902, l'extraction a augmenté encore de 7 millions de tonnes, c'est-à-dire d'une quantité égale à l'extraction totale depuis 1855 jusqu'à 1885.

Le grand développement du trafic a amené un abaissement du prix du fret inconnu ailleurs que sur les routes de l'Océan. Le prix moyen du fret sur le canal des chutes de Sainte-Marie était, en 1902, de 0 fr. 0276 par tonne-kilomètre, pour un transport moyen de 1330 kilom. Par rail, le prix correspondant ne serait pas inférieur à 0 fr. 093.

Il est certain que de nouveaux travaux d'approfondissement et d'élargissement des canaux de 6 mètres de profondeur provoqueront encore un abaissement du prix du fret, surtout lorsque le système des canaux de Sainte-Marie et celui du Niagara seront d'un gabarit uniforme et supérieur à celui qu'ils offrent aujourd'hui.

Le rapide exposé que nous venons de faire permet de se rendre compte des résultats obtenus, au point de vue commercial et économique, sur le réseau navigable des Grands Lacs, où l'on a su créer des voies profondes et directes, éviter les transbordements, et perfectionner la manutention des produits, pour réaliser des prix de transport remarquablement avantageux.

MÉCANIQUE

MACHINE POUR L'ENROULEMENT DES BARRES DE CUIVRE

La machine, dont nous donnons la description, d'après l'*American Machinist*, est destinée à enrouler *sur champ* le ruban de cuivre employé dans les constructions électriques, et, notamment, dans les bobines inductrices des alternateurs.

Elle a été imaginée par M. J. Riddel, et est employée à Shenectady, par la General Electric Co.

Le ruban de cuivre qu'il s'agit d'enrouler a 0mm 3 à 1mm 8 d'épaisseur, et sa largeur varie entre 20 et 50 millimètres. Les bobines destinées à le recevoir sont circulaires ou rectangulaires à angles arrondis.

La figure 1 montre la façon dont s'effectue l'enroulement, dans l'hypothèse d'une bobine : *b* est la forme circulaire sur laquelle s'enroule le ruban *f*; *c* est une plaque d'acier, sur laquelle appuie un poussoir *d*; *e* est un support pour la plaque *c*. La rotation de la table *a* a pour effet d'enrouler le ruban autour de *b*, *c* étant fixe et s'opposant au voilement. Une ouverture radiale pratiquée dans la plaque *c* permet au ruban enroulé de venir se rassembler en *g*. Un guide à ressort *h* retient le ruban dans le sens latéral, dans le cas de bobines rectangulaires; pour les bobines rondes, ce guide est, bien entendu, inutile.

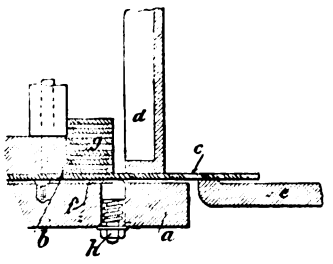


FIG. 1. — Détail de la forme à enrouler le ruban.

Pour l'enroulement de bobines rectangulaires ou oblongues, la plaque de base *a* reçoit un mouvement mixte de rotation et de translation, comme l'indiquent les figures 2 et 3. Le ruban est d'abord tiré pour former l'un des côtés du rectangle, puis enroulé d'un quart de tour sur l'angle de la forme *b*, et ainsi de suite. La plaque de base *a* est rectangulaire, afin d'éviter le support *e* (fig. 1). La figure 2 montre en traits pleins un quart de tour presque terminé, et en traits pointillés le quart de tour complet, le centre étant en *i* (une déchirure dans la plaque *c* permet de voir le ruban). Le quart de tour étant complet, le mouvement de rotation cesse, et la bobine, la forme et la plaque *c* sont entraînées ensemble dans un mouvement de translation qui a pour effet d'amener l'angle suivant en *i* (fig. 3). Le mouvement de translation s'arrête alors, et une nouvelle rotation d'un quart de tour s'effectue. Le rôle du guide *h* ressortira à l'examen de la figure 3.

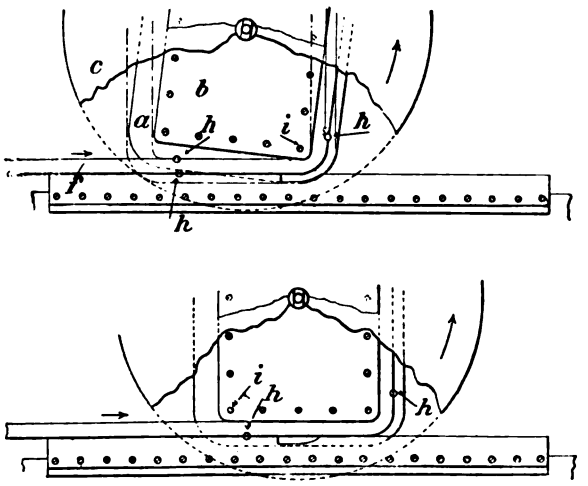
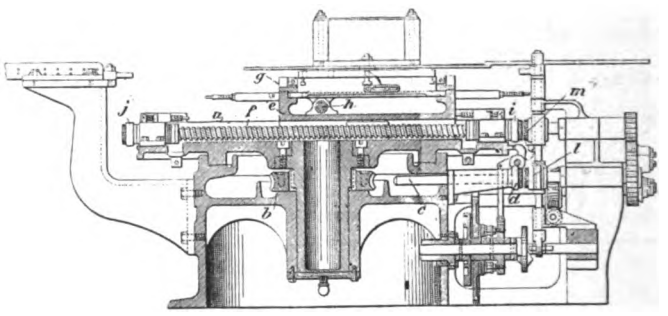


FIG. 2 et 3. — Schéma des mouvements des formes pour l'enroulement des bobines rectangulaires.

Il est clair que, en l'absence de ce guide, le côté du rectangle prendrait une forme bombée sous l'action du moment fléchissant produit pendant la courbure.

Les figures 4 et 5, qui représentent l'ensemble de la machine, montrent comment sont obtenus les divers mouvements. La rotation de la table *a* est commandée par la roue *b*, qui engrène avec une vis tangente dont l'arbre *c* est actionné par l'embrayage *d*. Sur cette table *a* se trouve monté un cadre *e*, pouvant glisser diamétralement sur la table, sous l'action de la vis *f*. Un second cadre *g* peut glisser sur le



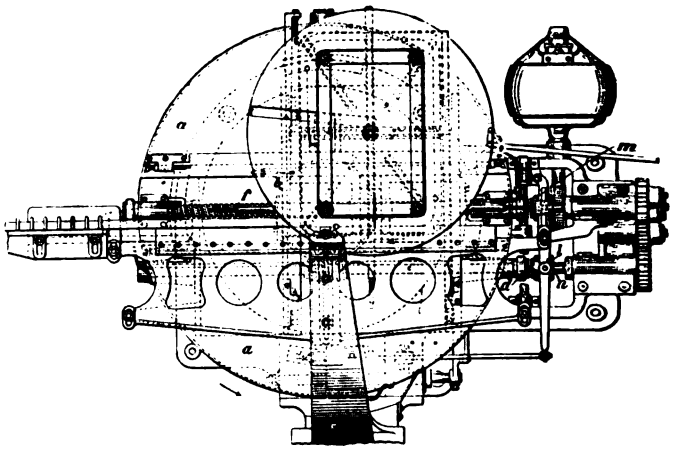


FIG. 4 et 5. — Coupe verticale et plan de la machine.

premier, dans une direction perpendiculaire à la précédente, et sous l'action d'une seconde vis *h*. La vis *f* a des embrayages *i j* à ses deux extrémités; la vis *h* est disposée de la même façon, l'un de ses embrayages étant visible en *k*; ils sont toutefois réunis à la vis *h* par des engrenages, qui ont pour effet d'amener les quatre embrayages au même niveau.

L'embrayage *d* qui commande la rotation, et les embrayages *i j k* qui commandent la translation, sont actionnés alternativement par

Digitized by Google

les arbres *l m*, qui tournent d'une façon continue, et qui sont conjugués par un levier *n*, de façon qu'un seul à la fois peut se trouver en prise. Il suffit donc de commander le levier *n* à des intervalles convenables, pour produire successivement la rotation et la translation. Sur les figures 4 et 5, cette commande s'effectue mécaniquement. Dans les

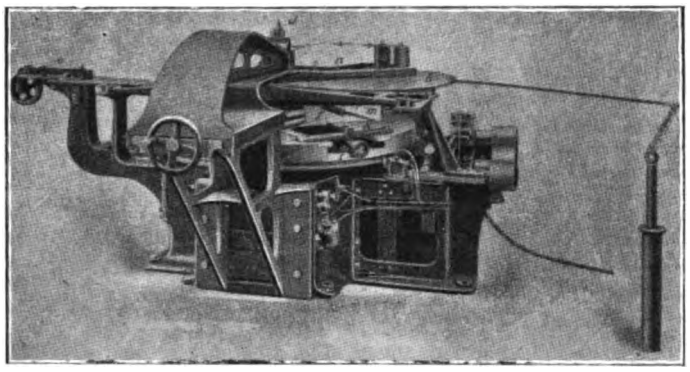


Fig. 6. — Vue d'ensemble de la machine.

machines plus récentes (fig. 6), elle a lieu par l'air comprimé. Un index, également manœuvré par l'air comprimé, produit l'arrêt de la table après chaque quart de tour exact. Pour les bobines rectangulaires, les arrêts sont au nombre de quatre par tour. Dans le cas de bobines oblongues (formées de deux parties droites raccordées par deux demi-cercles), il n'y a que deux arrêts par tour.

JURISPRUDENCE

DE LA RESPONSABILITÉ DES COMMUNES
à raison des faits de grève.

Le droit de grève, qui est reconnu depuis la modification que la loi du 25 mai 1864 a introduite dans l'article 414 du Code pénal, n'autorise aucunement les menaces, violences et voies de fait. Aussi les grévistes, qui ont recours à l'emploi de ces moyens délictueux, sont-ils punissables de peines correctionnelles; ils peuvent, en outre, être condamnés à la réparation pécuniaire du préjudice qu'ils ont causé.

Mais, la question s'est posée récemment de savoir si les communes ne sont pas également responsables, sur leur budget, du préjudice qui aurait été occasionné aux personnes ou aux propriétés dans les circonstances de grève.

Déjà, la loi du 10 vendémiaire an IV *sur la police intérieure des communes* affirmait la responsabilité pécuniaire de la commune dans des cas analogues.

Dans ses articles 106 et 107, la loi du 5 avril 1884 *sur l'organisation municipale* a reproduit l'énoncé de ce principe dans les termes suivants :

Art. 106. — Les communes sont civilement responsables des dégâts et dommages résultant des crimes ou délits commis à force ouverte ou par violence sur leur territoire, par des attroupements ou rassemblements armés ou non armés, soit envers les personnes, soit contre les propriétés publiques ou privées. Les dommages-intérêts dont la commune est responsable sont répartis entre tous les habitants domiciliés dans ladite commune, en vertu d'un rôle spécial comprenant les quatre contributions directes.

Art. 107. — Si les attroupements ou rassemblements ont été formés d'habitants de plusieurs communes, chacune d'elles est responsable des dégâts et dommages causés, dans la proportion qui sera fixée par les tribunaux.

D'ailleurs, l'article 109 ajoute que la « commune déclarée responsable peut exercer son recours contre les auteurs et complices du désordre ».

Il ne semble pas douteux que ces dispositions de la loi doivent s'appliquer à raison de faits de grève comme dans toutes autres circonstances, pourvu que les diverses conditions prévues par les articles ci-dessus coexistent dans l'espèce. C'est ainsi qu'il faut :

1° Que des dégâts et des dommages aient été causés;

2° Que le préjudice résulte de crimes ou de délits;

3° Que ces crimes ou délits aient été commis à force ouverte ou par violence, sur le territoire même de la commune, par des attroupements armés ou non armés.

D'autre part, l'article 108 de cette même loi de 1884, dispose que la responsabilité dont il s'agit « n'est pas applicable lorsque la commune peut prouver que toutes les mesures qui étaient en son pouvoir ont été prises, à l'effet de prévenir les attroupements ou rassemblements, et d'en faire connaître les auteurs ».

Un arrêt de la Cour d'appel d'Aix, en date du 11 juin 1902, qui a dégagé la ville de Marseille de l'action en responsabilité qu'un chef d'industrie avait exercée contre elle, à la suite de certaines manifestations grévistes, peut néanmoins être cité comme admettant, en pareil cas, le principe même de la responsabilité de la commune. Cet arrêt n'a, en effet, débouté le chef d'industrie de sa demande que parce que les faits dont il se plaignait, ne répondaient pas à toutes les conditions d'application de la loi.

Voici quelques considérants de cette décision :

... Attendu que c'est à raison, d'abord du chômage qu'il a éprouvé, ensuite d'une attaque dont certains de ses ouvriers et de ses attelages ont été victimes, et enfin de l'indifférence dont a fait preuve à son égard la police municipale, que P... a recouru contre la ville de Marseille;

Attendu que, quelque préjudiciable qu'il soit, le chômage qu'un industriel subit ou s'impose au cours d'une grève ne saurait être rangé dans la catégorie des dégâts et dommages résultant de crimes ou de délits, commis à force ouverte et par violence, par des attroupements ou rassemblements formés sur le territoire d'une commune; que ce serait méconnaître non seulement l'esprit de la loi de vendémiaire, mais surtout la pensée plus tempérée du législateur de 1884, que d'assimiler aux conséquences d'actes criminels ou délictueux les suites inévitables et souvent répréhensibles de l'exercice du droit de grève; que, notamment, la cessation du travail, produite par la brusque intervention dans un chantier privé d'une troupe plus ou moins bruyante d'ouvriers grévistes, qui n'ont cependant causé aucun préjudice aux personnes ou aux propriétés, bien que dérivant d'un fait illicite, ne découle pas d'un délit et, partant, n'est pas susceptible d'engager la responsabilité civile d'une commune;

Attendu d'ailleurs que, dans l'espèce, cette responsabilité n'aurait pas même à être retenue, si la réalité des violences auxquelles auraient été soumis les charretiers de l'intimé était démontrée, puisqu'il est, dès maintenant, acquis, non seulement que ce dernier ne s'est pas heurté à un refus d'assistance de la part de la police municipale, mais encore que la ville de Marseille, en l'état des mesures d'ordre qu'elle a prises, est fondée à se prévaloir de l'exception contenue dans l'article 108 de la loi précitée du 5 avril 1884... (1).

Cette décision implique bien que la Cour d'Aix n'aurait pas hésité à condamner la ville de Marseille, si les actes des grévistes avaient été plus caractérisés et si la police municipale n'avait pas fait tout son devoir.

Il faut encore observer que la loi du 5 avril 1884, en son article 108, a admis une autre exception à cette responsabilité collective des communes, au profit de celles « où la municipalité n'a pas la disposition de la police locale ni de la force armée », Cette exception s'applique seulement aux villes de Paris et de Lyon, dans lesquelles le préfet de police ou le préfet du Rhône, représentants du pouvoir central, sont investis des attributions de police, à l'exclusion des maires et conseils municipaux. Pour être juste, le législateur aurait dû dire que, dans ces deux villes, l'État serait responsable au lieu et place de la commune, dont la police lui appartient. Mais un amendement qui avait été déposé dans ce sens, fut repoussé par le Sénat, en sa séance du 13 février 1884. De sorte que cette lacune existe toujours, quoique compensée, dans une certaine mesure, par l'importance de la police et de la force armée, dans les villes de Paris et de Lyon.

Louis Rachou,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

(1) *Gazette des Tribunaux*, numéro du 18 novembre 1902.

VARIÉTÉS

Usine élévatoire de Bridgeport (États-Unis).

L'usine élévatoire qui vient d'être installée à Bridgeport (États-Unis), est destinée à alimenter le canal de l'Illinois, au Michigan. La différence entre les niveaux d'aspiration et de refoulement varie de 2 mètres à 2m 60. Le service est fait par cinq pompes rotatives actionnées par deux moteurs électriques de chacun 300 chevaux. Quand les cinq pompes sont en marche, le débit total est de 950 mètres cubes par minute, ce qui correspond à une puissance de 500 chevaux. La figure ci-jointe, empruntée à l'*Engineering News*, représente une coupe transversale de l'usine élévatoire.

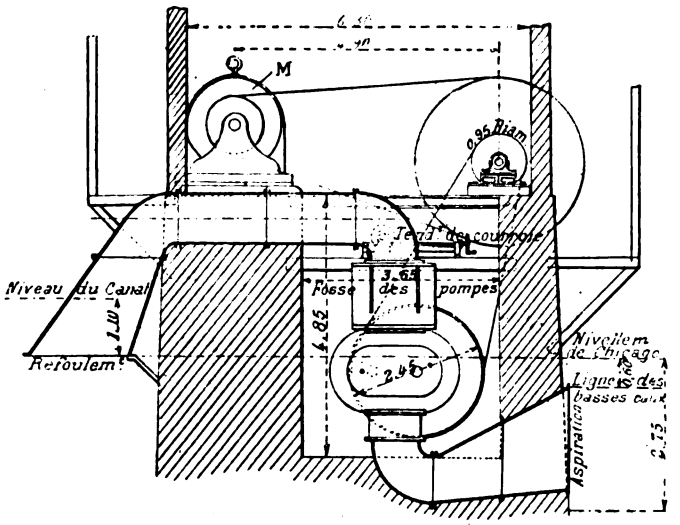
La transmission des moteurs M aux pompes P se fait par poulies et courroies, au moyen d'un arbre intermédiaire. Les cinq pompes sont placées dans une fosse, sur une ligne parallèle à l'arbre de transmission. Le refoulement se fait par un conduit formant siphon.

Les pompes sont du système Root; elles ont une longueur de 2m 60 et une largeur de 1m 30, avec des chambres à air disposées annulairement à la partie supérieure et à la partie inférieure. Elles font 66,5 tours par minute et débitent 3 mètres cubes par tour.

Depuis le 1er janvier 1903, l'énergie est fournie par une station hydraulique située à 55 kilom., sous la forme d'un courant alternatif à la tension de 30 000 volts. Le voltage est abaissé à 2 300 volts par des transformateurs placés dans l'usine de Bridgeport, et il est fourni à ce voltage aux moteurs.

Digitized by Google

C'est, à notre connaissance, la première fois qu'une semblable disposition est adoptée pour actionner des pompes, et il semble qu'elle



Coupe transversale de l'usine élévatoire de Bridgeport.

doive particulièrement convenir dans des cas analogues, par exemple pour fournir de l'eau d'irrigation.

La dépense annuelle est de 90 000 francs ; elle était auparavant de 225 000 à 625 000 francs, quand on employait des moteurs à vapeur.

Emploi du pitomètre à la mesure du débit des conduites d'eau.

Le Service des eaux de New-York, procédant à une enquête pour évaluer les pertes dans la distribution, a dû mesurer le débit des conduites de divers diamètres, suivant les variations de la vitesse de l'eau. Il a fait usage d'un appareil combiné par MM. Cole et Flad, et basé sur l'emploi des tubes de Pitot.

La ville est divisée en districts alimentés chacun, pendant les mesures, par une seule conduite maîtresse, dont on mesure le débit, en même temps qu'on enquête dans tous les immeubles desservis, pour noter les consommations individuelles et tous les éléments des statistiques.

La mesure du débit sur la conduite se fait en y vissant, au point choisi, un robinet qui supporte les deux tubes de Pitot (fig. 1), dont les orifices sont orientés, l'un dans le sens du courant, l'autre dans le sens diamétralement opposé. Les extrémités de ces tubes sont reliées par des tubes de caoutchouc, à un tube de verre en U, rempli

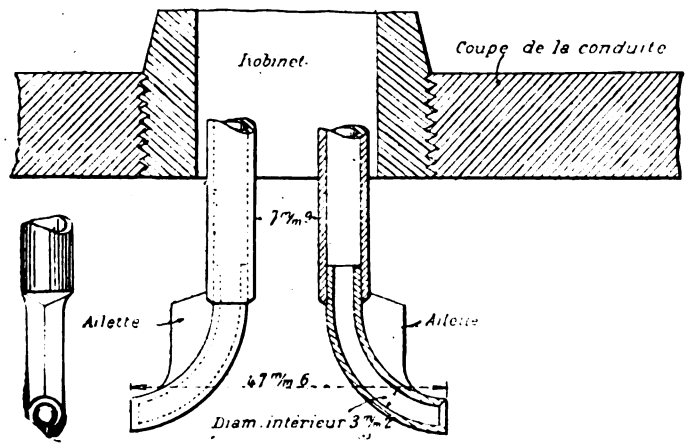


Fig. 1. — Disposition des tubes de Pitot sur la conduite.

d'un liquide coloré de densité 1,25 ou 1,50 ; le reste des tubes est rempli d'eau et purgé d'air. La dénivellation produite dans les deux branches de l'U par le courant est proportionnelle à la pression h qui détermine l'écoulement, et la vitesse est donnée par la formule :

$$v = c\sqrt{2gh},$$

c étant un coefficient déterminé par l'étalonnage du pitomètre (mesures directes de débit).

On trace la courbe des vitesses en fonction des dénivellations, courbe qui est la caractéristique du pitomètre employé.

Une série de mesures permet alors de tracer le diagramme des vitesses aux divers points de deux diamètres perpendiculaires de la conduite, au point choisi, et de connaître le point de vitesse maximum, et la vitesse moyenne dans la section en expérience.

Le rapport $k = \frac{\text{V moyenne}}{\text{V maximum}}$ a été trouvé sensiblement constant pour une conduite donnée ; il est de 0,7 à 0,9 suivant les cas.

On dresse pour chaque type de conduites les diagrammes donnant, suivant les valeurs de k, les débits par jour en fonction des dénivellations lues sur le pitomètre, et enregistrées par un appareil à papier photographique, sur lequel, à mesure qu'il se déroule, s'impressionne l'image de la surface de séparation du liquide coloré avec l'eau, dans le tube en U. La superposition de l'*abaque* des débits par jour en fonction des dénivellations, au papier sensible développé, permet, par une intégration rapide des *débits instantanés*, de connaître le *débit total* pendant la période des mesures.

La figure 2 donne, d'après l'*Engineering Record*, les courbes qui représentent les débits d'une conduite de 0m 30 en fonction des déni-

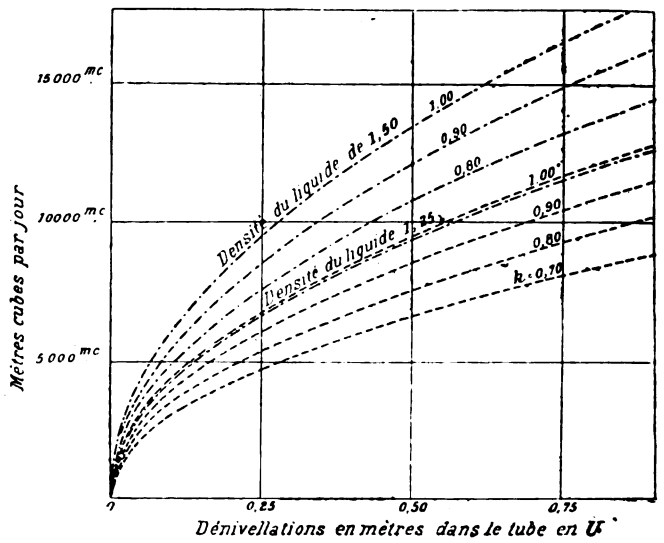


Fig. 2. — Courbes des débits d'une conduite de 0m 30.

vellations mesurées sur un pitomètre, dont le liquide coloré a pour densité 1,25 ou 1,50, et pour des coefficients k variant de 0,70 à 1,00.

La comparaison des débits relevés sur la conduite maîtresse et sur les branchements qu'elle alimente permet d'évaluer et de localiser les fuites et les défauts de la distribution.

Porte-outil double pour raboteuse.

La figure ci-jointe représente un nouveau système de porte-outil permettant de faire une entaille à l'aller et au retour ; on évite ainsi le retour à vide, et la puissance de production de la machine est augmentée. Les organes qui permettent d'obtenir ce résultat peuvent s'adapter à toute machine à raboter de puissance suffisamment grande ; presque tous les types se prêtent à cette modification.

Ce porte-outil est armé de deux outils placés dos à dos ; chacun d'eux est fixé dans un support différent, muni d'un axe d'appui cylindrique s'arc-boutant excentriquement contre la partie fixe de la chabotte. Les deux outils sont disposés de telle sorte que, quand l'un d'eux coupe, l'autre est relevé. L'un travaille à l'aller, l'autre au retour du tablier. La vitesse de retour ne doit pas être plus de trois ou quatre fois celle de l'aller.

L'appareil est disposé comme suit : Une longue douille (une pour chaque outil), ouverte à chaque bout, de façon à laisser passer l'outil, est adaptée, vers le milieu de sa longueur, à un tourillon cylindrique ou de préférence légèrement conique. Ce tourillon joue dans une virole appropriée, ménagée dans le fût de l'outil, et peut y tourner partiellement, de façon à permettre à chacun des outils de se relever pendant le retour. Chaque douille, à sa face antérieure pour l'extrémité supérieure, et à sa face postérieure pour l'extrémité inférieure, est pourvue de parties saillantes chanfreinées qui s'adaptent à des saillies correspondantes, ménagées dans le fût de l'outil. De cette façon, lorsqu'un outil est en action, sa douille est contrebutée par le fût et par les parties saillantes, qui ne lui permettent aucun mouvement latéral ou vertical. L'outil, que cette particularité permet d'employer pour le travail latéral, est retenu dans la douille par des vis.

Un ressort peut être adapté à chaque douille, de manière à la faire buter contre le sommier, dans le cas où son poids serait insuffisant. Au besoin, un seul ressort pourrait servir pour les deux douilles. Le mouvement d'avancement s'effectue, de préférence, à la fin de chaque coup. Les dimensions de l'ouverture de la douille et des vis sont, de préférence, choisies de manière à permettre d'ajuster chaque outil un peu de côté relativement à l'autre.

La figure montre une application de ce porte-outil faite sur une raboteuse, dont la vitesse de retour est de 18 mètres par minute. Cette vitesse

Digitized by Google

est une limite supérieure qu'on ne peut atteindre que par l'emploi d'outils en acier spécial et qui serait excessive pour un travail de précision.

Cette machine permet de travailler des pièces de 5 pieds de largeur sur 5 pieds (1m50) de hauteur et 15 pieds (4m50) de longueur.

par heure, mais si la raboteuse est pourvue de deux outils placés dans un porte-outil double, comme il vient d'être indiqué, elle fait 1m²8, et reprend donc l'avantage sur la fraiseuse. Il est vrai que le travail de celle-ci est plus soigné.

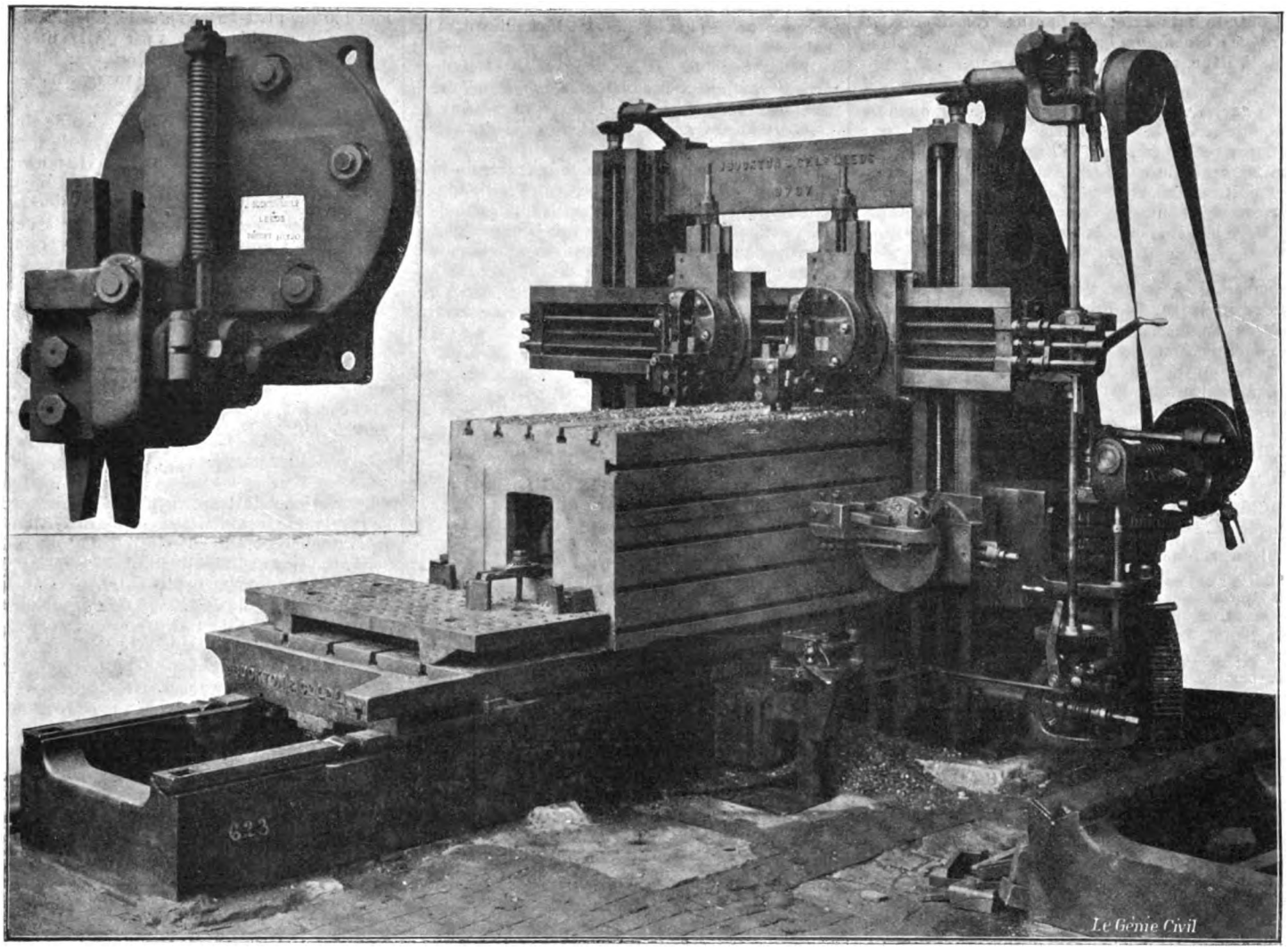


FIG. 1 et 2. — Porte-outil double pour raboteuse.

On peut, d'après les essais qui ont été effectués, raboter par heure, en moyenne, avec un seul outil, une surface de 0m²9, la vitesse de coupe étant de 6m 60 par minute. Une fraiseuse faisant le même travail, avec une vitesse d'avancement de 3 millimètres, rabote 1m²35

L'avantage revient incontestablement à la raboteuse si, comme dans la figure ci-jointe, on augmente le nombre des outils. Certaines machines anglaises ont été montées ainsi avec un nombre d'outils qui est allé jusqu'à onze.

E. G.

École Centrale des Arts et Manufactures.

Liste, par ordre de mérite,
des candidats admis à la suite du Concours d'admission de 1903.

1 Rolland (Noël); - 2 Jacquet; - 3 Lorphelin; - 4 Pelou; - 5 Gellusseau; - 6 Jacquemart; - 7 Roland (Paul); - 8 Genty; - 9 Jauréguiberry; - 10 Michel; - 11 Charroux; - 12 Pradère; - 13 Rigal; - 14 Caillot; - 15 Ducatel; - 16 Rougeul; - 17 Viau; - 18 Girot; - 19 Duchêne; - 20 Bro.

21 Alvergnat; - 22 Deligny; - 23 Sloog; - 24 Clérault; - 25 Sellié; - 26 Briant de Laubrière; - 27 Lefort des Ylouses; - 28 Galen; - 29 Delannoy; - 30 Souchon; - 31 Brusseaux; - 32 Durand (Léon); - 33 Nidelet; - 34 Tardieu (Roger); - 35 Roche; - 36 Caux; - 37 Guyot (Georges); - 38 Ingelrans; - 39 Hubert; - 40 Claustre.

41 Martin (Tommy); - 42 Tissier; - 43 Dubessy de Contenson; - 44 Leblanc; - 45 Pigeaire; - 46 Halphen; - 47 Mothe; - 48 Guillaume; - 49 Calmettes; - 50 Mariès; - 51 Bergeron; - 52 Waldspurger; - 53 Laubier; - 54 Garlot; - 55 Dubois (Émile); - 56 Berthier; - 57 Plaisant; - 58 Gindre; - 59 Lelasseux; - 60 Riou (Fernand).

61 Bourrel; - 62 Billecard; - 63 Esnoul; - 64 Robin; - 65 Marquet; - 66 Marmissolle-Daguerre; - 67 Cristini; - 68 Bichard; - 69 Perrin (André); - 70 Van Meurs; - 71 Brossier; - 72 Lunven; - 73 Gruzelle; - 74 Cresp; - 75 Haas (André-Gustave); - 76 Huin; - 77 Ceussieu; - 78 De Villiers de la Noue; - 79 Picard (Marius); - 80 Many.

81 Grouillet; - 82 Cochot; - 83 Marcon; - 84 Tariel; - 85 Léon; - 86 Vanderpol; - 87 Gélis; - 88 Bertrand; - 89 Gauchy; - 90 Fourrier; - 91 De Montgolfier; - 92 Vallot; - 93 Danon; - 94 Gauvain; - 95 Bazinet; - 96 Dépinay; - 97 Ronfard; - 98 Mazeron; - 99 Maguin; - 100 Denis.

101 Lallement; - 102 Letuvée; - 103 Rollet (Charles); - 104 Bergougnan; - 105 Verrollot; - 106 Digard (Pierre); - 107 Thibier; - 108 Boissière; - 109 Rich; - 110 Rouzé; - 111 Julienne; - 112 Renard; - 113 Dautry; - 114 Latecoère (Pierrre); - 115 Pianelli; - 116 Léguillon; - 117 Laurent (Marcel); - 118 Guyot (Émile); - 119 Menéteau; - 120 Domain.

121 Longuefosse; - 122 Pillon; - 123 Woytt; - 124 Évain; - 125 Robert (Georges); - 126 Champenois; - 127 Virvaire; - 128 Berdin; - 129 Noir; - 130 Wegelin; - 131 Perrin (Pierre); - 132 Bournique; - 133 Becquaert; - 134 Brutin; - 135 Durand-Gasselin; - 136 Oriou; - 137 Grèze; - 138 De Saint-Pol; - 139 Lamarche; - 140 Cahen.

141 Nollet; - 142 Wehrlin; - 143 Ledoux; - 144 Giroux; - 145 Chessin-Scherschewsky; - 146 Dutaret; - 147 Duquenoy; - 148 Masson; - 149 De Jouvencel; - 150 Danty-Lafrance; - 151 Crépy; - 152 Maillard; - 153 Macé de Gastines; - 154 Mallet; - 155 Maziol; - 156 Gautreau; - 157 Laisné; - 158 Garnier; - 159 Solanet; - 160 Maréchal (Jean).

161 Lévy (Jacques); - 162 Delaire; - 163 Lafargue de Grangeneuve; - 164 Rousseau Montaigu; - 165 Neuburger; - 166 Biju-Duval; - 167 De Béchillon; - 168 Croïet; - 169 Dognin; - 170 Korytko; - 171 Legrelle; - 172 David; - 173 Velin; - 174 Brunet; - 175 Leconte; - 176 Gilles-Saint-Germain; - 177 Duret; - 178 Guinot; - 179 Delamare; - 180 Levatois.

181 Lafuite; - 182 De Lapasse; - 183 Guillemaud (André); - 184 Dinet; - 185 Carrelet; - 186 Saint-Blancard; - 187 Dawant; - 188 Cohen (Philippe); - 189 Lafargue (Georges); - 190 Ména; - 191 Tournoux; - 192 D'Hautpoul; - 193 Bourdet; - 194 Pierret; - 195 Morisset; - 196 Chabert; - 197 Girard (Robert); - 198 Thellier de la Neuville; - 199 Merle; - 200 Gagné.

201 Saucède; - 202 Lebasteur; - 203 Dahiez; - 204 Dozoul; - 205 Girard (André); - 206 Barbe; - 207 Vivien; - 208 Stuveras; - 209 Marque; - 210 Bruyère; - 211 Bricard; - 212 Tavernier; - 213 Des Moutis; - 214 Rosnet; - 215 Dupré la Tour; - 216 Duquenne; - 217 Certeux; - 218 De Seegner; - 219 Longuet; - 220 Haynau.

221 Montariol; - 222 Duvaux; - 223 Chesneaux; - 224 Espaignol; - 225 Kœchlin (Roger); - 226 Arbel; - 227 Catala; - 228 Martin (Louis); - 229 Bazile; - 230 Dedons de Pierrefeu; - 231 Gilbert de Gourville; - 232 Chouzy; - 233 Simplet-Pittion.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 28 septembre 1903.

Chimie minérale. — *Sur une combinaison du sulfate d'aluminium avec l'acide sulfurique.* Note de M. E. Baud, présentée par M. Moissan.

En évaporant le sulfate d'aluminium en solution étendue, il se produit une cristallisation quand le liquide atteint la concentration de 75 % d'acide pur, et, par refroidissement, le liquide se prend en une masse ayant la consistance du miel. Le précipité produit se dissout difficilement dans l'eau froide, plus rapidement dans l'eau chaude. Il constitue une poudre blanche, dont la composition est :

$$Al^2O^3, 4\,SO^3, 4\,H^2O,$$

comparable à celle des acides chromosulfurique et ferrisulfurique. La production de ce corps serait, d'après l'auteur, le résultat de l'action concomitante de la déshydratation partielle du sulfate d'alumine hydraté $Al^2O^3(SO^4)^3$, $16\,H^2O$, d'une combinaison avec l'acide sulfurique, et d'une modification moléculaire du corps, qui perd sa structure cristalline avant de se dissoudre. L'auteur se propose d'étudier la solubilité du sulfate d'alumine dans l'acide sulfurique de concentrations variables.

Chimie organique. — I. — *Sur le nitrosite de la pulégone.* Note de M. P. Genvresse.

Le nitrosite de la pulégone, $C^{10}H^{16}Az^2O^3$, s'obtient en dissolvant la pulégone dans l'éther de pétrole, et la traitant, à basse température, par le peroxyde d'azote, ou par les vapeurs nitreuses produites par l'action de l'amidon sur l'acide nitrique Une huile se sépare, que l'on retire; puis, après avoir soumis la partie lourde à l'entrainement par la vapeur d'eau et enlevé l'eau condensée, on laisse reposer et l'on obtient des cristaux de la formule ci-dessus, mais dont le poids moléculaire, obtenu, en solution acétique, par la méthode Raoult, est supérieur au poids moléculaire théorique.

Le nitrosite de pulégone se présente sous la forme de belles aiguilles soyeuses incolores, fondant vers 69 degrés, solubles dans l'alcool, le chloroforme, l'acide acétique, etc.; il dévie la lumière polarisée. En présence de l'acide sulfurique et du phénol, il donne une belle coloration vert émeraude. L'hydrogène naissant le décompose en ammoniaque et une huile incristallisable.

II. — *Sur la production d'hydrogène sulfuré par les extraits d'organes et les matières albuminoïdes en général.* Note de M. Pozzi-Escot.

Un extrait de levure basse de brasserie, au saccharose additionné de chloroforme, mélangé avec du soufre en fleur, dégage, en quelques heures, une grande quantité d'hydrogène sulfuré à la température ordinaire. Ce phénomène ne se produit pas, si l'extrait a été, préablablement, soumis à l'ébullition. Si l'ébullition a lieu en présence du soufre, il y a, à chaud, dégagement d'hydrogène sulfuré, qui ne se produit plus après refroidissement. L'extrait aqueux de levure donne encore de l'hydrogène sulfuré en présence de bisulfite de soude.

L'auteur conclut de ses expériences que la production de l'hydrogène sulfuré est dû à une action diastatique.

Géologie. — *Sur les relations de structure des Alpes françaises avec les Alpes suisses.* Note de M. Kilian, présentée par M. Michel Lévy.

Les plis appelés *autochtones* prennent, en France, un grand développement du côté externe de la chaine des Alpes. La zone exempte de grands charriages se poursuit en Provence depuis le Diois jusqu'à Grasse.

Trois nappes à *racines externes* venant de la Suisse, peuvent être suivies en France : 1° les plis de Morcles et des Diablerets se retrouvent charriés par dessus la zone de Belledonne, au nord d'Albertville; 2° le faisceau qui a ses racines au sud-est du Mont Blanc, se poursuit en France par la bande isoclinale des Chapieux-Cormet; 3° le faisceau qui a fourni les Préalpes internes se retrouve en France dans le voisinage du Petit Saint-Bernard.

Les grands plis couchés qui séparent, en Suisse, les nappes à *racines externes* des nappes à *racines internes* se continuent, en France, à l'est de la zone houillère.

Quant aux nappes à racines internes, rien, jusqu'ici, n'autorise à supposer qu'elles aient existé dans les Alpes françaises.

Physiologie végétale. — *Variation morphologique des feuilles de vigne à la suite du greffage.* Note de M. A. Jurie, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les expériences de greffage ont permis de constater que l'angle des nervures des feuilles, la forme générale de la feuille et les accidents de surface étaient affectés par le greffage.

Le sujet greffé présente souvent des feuilles dont les angles des nervures, assez variables, se rapprochent de la moyenne des angles des nervures des deux variétés combinées par le greffage. Quelquefois, la somme des angles du produit est plus voisine de celle des angles du sujet que de celle des angles du greffon.

De même, la forme générale de la feuille du produit semble être intermédiaire entre celle de la feuille du sujet et celle de la feuille du greffon.

Les accidents de surface, tels que la nature glabre ou velue de la feuille, dépendent aussi de la nature des greffons.

L'influence du greffon semble réaliser, à des degrés divers, une sorte d'hybridation asexuelle entre les deux plantes associées.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Perfectionnements apportés dans la fixation, par crampons, des rails aux traverses de chemins de fer. — Le procédé décrit dans le numéro d'août du *Bulletin de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer*, pour augmenter la résistance à l'arrachement des crampons, ainsi que la durée des traverses à leur point faible, c'est-à-dire où repose le rail, est simple et peu coûteux. A l'endroit où le crampon doit pénétrer dans la traverse, on fore un trou borgne dans lequel on enfonce un goujon cylindrique en bois tenace et dur, dont le diamètre est légèrement plus grand que celui du trou. C'est dans ce tampon en bois que vient se loger le crampon, dont l'entrée est facilitée par le percement d'un petit trou de 8 à 9 millimètres de diamètre et d'environ 5 centimètres de profondeur. Les fibres verticales du goujon sont fortement serrées contre la traverse et exercent sur le crampon un effort d'adhérence considérable, supérieur d'environ 80 % à celui obtenu lorsqu'on enfonce directement le crampon dans la traverse. Cette invention a reçu la sanction de la pratique depuis un an sur les chemins de fer danois. Aucun crampon ni goujon ne s'est détaché, et l'on n'a constaté aucune usure de la traverse sous le rail. Une longue expérience est toutefois nécessaire pour qu'on puisse se prononcer sur l'efficacité réelle de ce nouveau procédé de fixation des crampons.

Des systèmes basés sur le même principe ont été appliqués également aux tirefonds sur certaines voies ferrées (1).

Locomotive compound, système Mallet, à 6/6 essieux accouplés, des Chemins de fer départementaux. — La locomotive que la Compagnie des Chemins de fer départementaux vient de mettre en service, sur son réseau du Vivarais, et qui a été déjà décrite dans le *Génie Civil* (2), est la plus puissante des machines pour voie de 1 mètre qui existe actuellement en France.

L'appareil moteur est constitué par deux groupes de cylindres : ceux de haute pression, actionnant le mécanisme d'arrière, et ceux de basse pression, le mécanisme d'avant. La locomotive porte ses approvisionnements, qui sont renfermés dans des soutes contenant 4 mètres cubes. Elle est équipée du frein à vide automatique, modérable, et d'un frein à répression permettant, sur les longues pentes, l'introduction de l'air extérieur dans les grands cylindres, afin de créer une résistance supplémentaire au mouvement des pistons.

La *Revue générale des Chemins de fer* a publié, dans son numéro de septembre, les dessins et les conditions d'établissement de cette machine, dont les premiers essais ont donné des résultats très satisfaisants.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 7, p. 107.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 21, p. 330.

Le chemin de fer de la vallée de l'Hudson. — A l'occasion de la 22e Convention annuelle de l'American Railway Association, qui se tient, cette année, à Saratoga (New-York), le *Street Railway*, d'août, décrit le chemin de fer de la vallée de l'Hudson, seule ligne électrique pénétrant dans Saratoga. Cette ligne comporte un développement total de 205 kilom., dont 140 sur plate-forme spéciale. Elle traverse une région remarquable à la fois par ses beautés naturelles et par ses souvenirs historiques. Elle dérive une partie de ses recettes des voyages d'excursion et du transport des marchandises.

Le réseau étant formé par la réunion de plusieurs lignes, se trouve pourvu d'un système de force motrice très hétérogène, comportant cinq usines de production d'énergie, dont quatre sont des stations combinées, hydrauliques et à vapeur. Il existe six sous-stations. En raison de modifications dans les projets, la Compagnie possédait huit commutatrices de 300 kilowatts, qu'elle a utilisées en partie comme génératrices, en disposant l'ensemble de façon que les diverses usines puissent se secourir l'une l'autre.

Le projet définitif consiste, toutefois, dans la création d'une station hydro-électrique de 3 000 chevaux, la puissance moyenne absorbée actuellement étant 1 200 chevaux, et la puissance maximum environ le double.

ÉLECTRICITÉ

Le système de tramways et d'éclairage de la Pennsylvanie occidentale. — Le *Street Railway*, du 5 septembre, décrit l'installation de la West Penn. Railway and Lighting Co, qui a créé, près de Connellsville, sur les bords de la rivière Youghiogheny, une station de 6 000 kilowatts, pour l'alimentation de 160 kilom. de tramways, et l'éclairage de la région environnante.

L'énergie est envoyée, pour la traction, à 22 000 volts triphasés, dans des sous-stations qui distribuent le courant à 650 volts continus, et, pour l'éclairage, à 2 200 volts diphasés. Les matériels de traction et de lumière sont entièrement distincts, mais installés dans les mêmes bâtiments.

L'usine comprend douze chaudières, représentant ensemble 4 800 chevaux; le charbon est fourni, par les mines locales, à 3 fr. 75 la tonne. L'eau de condensation est prise à la rivière, et l'eau d'alimentation, prélevée sur la décharge des condenseurs, passe par un réchauffeur qui reçoit l'échappement des excitatrices.

Le matériel générateur comprend trois machines verticales compound, de 1 550 chevaux, actionnant des alternateurs triphasés et trois turbines-dynamos, de 1 000 kilowatts chacune, spécialement affectées à l'éclairage. Ces dernières machines, qui tournent à 1 200 tours et produisent du courant diphasé à 2 200 volts, sont pourvues de condenseurs à surface, l'eau retournant directement à l'alimentation. L'excitation est fournie par une turbine-dynamo de 37 kilowatts.

L'espace occupé par une turbine est de 28 mètres carrés (70 mètres carrés avec condenseurs), alors que pour la même puissance, une machine alternative occuperait une surface de 115 mètres carrés.

L'usine renferme une sous-station, dont les commutatrices sont directement alimentées par les génératrices, et qui comprend trois machines de 250 kilowatts.

Les transformateurs, qui élèvent la tension à 22 000 volts, sont placés dans une salle distincte.

Les lignes de transmission sont partie en cuivre et partie en aluminium.

On trouvera, dans le même article, des renseignements sur le matériel de traction et sur l'exploitation.

Usine électrique à Kansas City. — L'*Electrical World and Engineer*, du 5 septembre, décrit l'usine de l'avenue Centrale, à Kansas City. Cette usine fournit la lumière et la force à deux villes, et alimente les sous-stations de traction de la Compagnie métropolitaine.

L'usine, établie sur un sol d'alluvions, est bâtie sur pilotis : elle comprend, actuellement, deux groupes électrogènes de 1 500 kilowatts, formés chacun d'une machine verticale compound, actionnant un alternateur triphasé à 6 600 volts (fréquence 25). Le courant pour l'éclairage est transformé par des moteurs-générateurs, à 2 300 volts diphasés (fréquence 60).

Le régulateur des machines à vapeur agit à la fois sur les cylindres à haute et à basse pression;

Digitized by Google

il est pourvu d'un mécanisme qui permet de faire varier la vitesse depuis le tableau. Les deux machines ont un condenseur commun. L'échappement des appareils auxiliaires se rend dans un condenseur-épurateur, pouvant traiter 36 mètres cubes d'eau à l'heure.

Le courant pour l'excitation, l'éclairage de l'usine et la commande des appareils à distance, est fourni par un groupe de 150 kilowatts, formé d'un moteur asynchrone à 440 volts, et d'une dynamo à 125 volts. Deux dynamos à vapeur de 60 kilowatts servent de rechange.

Enfin, des moteurs synchrones actionnent quatre dynamos à arc qui alimentent, par une distribution en série, l'éclairage public.

MECANIQUE

Les garnitures métalliques de presse-étoupes. — L'*Engineering News*, du 6 août, publie une communication faite à l'Association américaine des « Naval Engineers », par M. LONGSTRETH, sur les garnitures métalliques de presse-étoupes et sur les principes d'après lesquels on doit les établir. L'auteur divise ces garnitures en deux classes : 1° garnitures rigides ; 2° garnitures flexibles à segments ou à anneaux coniques. Les premières, dans lesquelles l'étanchéité n'est obtenue que par un serrage énergique, remplissent entièrement la botte du presse-étoupes ; l'échauffement n'est combattu que par une dépense énorme de graissage. Dans les garnitures à blocs ou à segments, les différentes pièces sont maintenues en place au moyen de ressorts, ou par l'action de la vapeur, quelquefois par une combinaison des deux procédés. On aurait remarqué que l'emploi de la vapeur sèche produisait une usure beaucoup moins rapide des garnitures que celui de la vapeur chargée de vésicules liquides.

Quant aux garnitures à anneaux coniques, l'auteur signale l'extension actuelle de leur emploi, aux États-Unis, sur la plupart des locomotives. Il recommande la disposition qui consiste à munir la bague de serrage d'un joint sphérique, permettant à la garniture de suivre les mouvements vibratoires de la tige du piston.

Il reproduit schématiquement les types de garnitures métalliques qu'il vient d'étudier.

Nouvel atelier américain pour le montage des locomotives. — La disposition usitée en Amérique pour les ateliers de montage des locomotives, semble présenter, sur celle adoptée en Europe, des avantages incontestables. Certaines compagnies de chemins de fer, notamment en Angleterre, ainsi que la Compagnie de l'Est, en France, en ont d'ailleurs apprécié toute l'importance, puisqu'elles n'ont pas hésité, dans ces dernières années, à faire construire de nouveaux bâtiments disposés suivant la pratique américaine, à la place des anciennes halles de montage, incommodes et surannées.

L'un des meilleurs modèles du genre a fait l'objet d'une description, accompagnée de dessins, dans le numéro d'août de l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*. L'atelier principal a été conçu de façon à obtenir la meilleure utilisation du terrain. Le travail de montage des locomotives en réparation ou en construction se fait sur deux longues fosses longitudinales. Une troisième voie, parallèle aux deux premières, sert de voie d'accès et d'attente aux machines, soit à leur arrivée, soit à leur départ. Deux transbordeurs électriques supérieurs, de 50 tonnes, peuvent enlever une locomotive toute montée et la placer à l'endroit qui lui est assigné. Dans un atelier de montage ordinaire, les fosses transversales ne sont utilisées qu'imparfaitement par les locomotives de faible longueur, et le pont roulant inférieur, qui dessert les deux rangées de fosses, fait perdre beaucoup de place et ne permet pas les manutentions commodes et rapides. L'atelier des tours et celui des roues doivent être accolés directement à l'atelier du montage. Cette disposition facilite singulièrement les agrandissements ultérieurs, par l'allongement des bâtiments dans le sens des voies parallèles du montage.

Machine verticale à aléser et tourner jusqu'à 18 mètres de diamètre. — L'*Iron Age*, du 2 juillet, contient une description détaillée, due à M. RIDDEL, d'une machine verticale à aléser et tourner, de la General Electric C°.

Dans une fosse de 6m 85 de profondeur, un massif de béton supporte le plateau dormant, composé de trois pièces, et sur lequel sont deux chemins de glissement pour le plateau mobile, donnant au plateau une portée totale de 5 mètres carrés environ, et réduisant à 6 kilogr. environ par centimètre carré la pression de la charge maximum totale de 300 tonnes. Le plateau dormant a un trou central de 1m 20, donnant passage à l'axe du plateau mobile ; quinze pièces peuvent être boulonnées extérieurement pour former des surfaces rayonnantes étendant le plateau dormant jusqu'à un diamètre de 19m 80. Le graissage se fait sous pression et emploie 150 litres d'huile circulant continuellement des surfaces au puisard d'huile, par une tuyauterie appropriée.

Le plateau mobile, fondu en trois pièces, a 6m 20 de diamètre et pèse 35 800 kilogr. Il peut tourner, au moyen d'un train d'engrenages, à des vitesses variant de 1/8 à 1 tour par minute. L'arbre du plateau mobile est creux, il a 2m 05 de longueur et pèse 4 500 kilogr. Il permet le passage de l'outil à aléser, lequel est porté par une cage suspendue sous le plateau fixe.

L'outil à aléser peut travailler suivant des diamètres variant de 0m 30 à 7m 30. Les outils de tournage et d'alésage, pour les grands diamètres, sont supportés par une traverse fortement boulonnée sur le plateau fixe, le long de laquelle les chariots porte-outils peuvent se mouvoir.

Tous les mouvements des porte-outils sont donnés par pression hydraulique et peuvent également être opérés à la main. Un moteur de 50 chevaux commande la machine, par l'intermédiaire de trains d'engrenages réducteurs de vitesse.

MÉTALLURGIE

Traitement des minerais d'or à Kalgoorlie. — L'*Engineering and Mining*, du 5 septembre, donne, sous la signature de M. J. T. MARINNER, ancien directeur de la mine du Great Boulder Main Reef, des détails intéressants sur les méthodes de travail usitées à Kalgoorlie, et sur les différents prix de revient du traitement des minerais, dans ses diverses phases.

Le matériel comprend des concasseurs Gates suivis de broyeurs à boulets Griffin, des fours à griller Edwards ou Merton, des broyeurs finisseurs, des bacs à agitateurs et des filtres-presses. On a cherché à remplacer le broyage à l'eau salée par le broyage à l'eau douce, pour éviter la perte d'or par volatilisation dans les grillages, en présence du sel.

Les minerais concassés, après grillage, sont d'abord amenés, après mélange avec la solution étendue de cyanure, dans des caisses en forme de V, où les fines se séparent des gros grains, lesquels retournent aux broyeurs, jusqu'à ce que tout passe au tamis de 100 mailles par pouce. Les slimes sont introduites dans des bacs mélangeurs, où elles sont traitées par contact avec une solution de cyanure à 0,3 °/₀ pendant huit à douze heures. Le tout est alors envoyé aux filtres-presses, lesquels sont suivis de filtres mécaniques (sans pression), pour passer les coulages troubles.

Les filtres-presses sont semblables aux appareils à lavage employés dans les sucreries.

L'extraction qui, au laboratoire, était voisine de 98 °/₀, atteignait 92,2 °/₀ en travail industriel, avec une dépense de 580 grammes de cyanure environ par tonne de minerai.

Cependant, le traitement ainsi opéré est plus coûteux que le travail par lévigation de la totalité du minerai.

Voici les prix de revient du travail, pendant l'année 1902, à la mine du Great Boulder Main Reef, dont la capacité est de 2 000 tonnes par mois :

Force motrice, y compris les compresseurs d'air et les condenseurs	Fr.	6,960
Concassage		0,910
Passage aux broyeurs à boulets		2,465
Grillage		7,215
Broyage et mélange aux bacs Wheeler		1,590
Mélangeurs et filtres-presses		3,100
Transport des résidus		1,065
Vidange et nettoyage des filtres		0,860
Dépense en cyanure : 504 grammes par tonne		1,595
Eau		0,985
Laboratoire		0,200
Frais généraux		1,610
TOTAL	Fr.	28,555

En 1903, d'importantes économies ont été réalisées, notamment sur le prix de revient de l'eau douce qui coûte 1 fr. 585 le mètre cube, au lieu de 18 fr. 50, sur le grillage qui ne coûte plus que 3 francs, et sur diverses dépenses de combustible et de main-d'œuvre.

SCIENCES

La période des taches solaires et les variations des températures moyennes annuelles de la terre. — L'influence des taches du soleil sur les températures terrestres est depuis longtemps déjà à l'étude : dès 1651, peu après leur découverte, Riccioli indiquait cette influence, dont la nature exacte et la grandeur sont demeurées cependant, jusqu'à ces dernières années, complètement ignorées. C'est en 1873 seulement que Köppen, après un examen rationnel des données thermométriques de plusieurs stations, durant la période de 1820 à 1870, conclut à l'existence d'une action des taches solaires, se manifestant par une diminution légère de la température terrestre.

M. Ch. NORDMANN, docteur ès sciences, ayant repris, pour ces trente dernières années (1870 à 1900), l'étude de cette question, dont dépend la théorie d'un grand nombre de problèmes importants, publie, dans la *Revue générale des Sciences*, du 14 août, le résultat de ses recherches, pour lesquelles il n'a utilisé que les données thermométriques des stations tropicales, les seules jouissant d'un climat très régulier.

Les observations météorologiques s'étant partout répandues et systématisées durant ces trente dernières années, l'auteur a pu utiliser des matériaux beaucoup plus étendus et plus sûrs que ceux dont disposait Köppen : en effet, ayant eu à sa disposition des séries d'observations plus longues, il a pu éliminer toutes celles ne comportant pas au moins onze années ; de plus, alors que Köppen ne possédait que des observations de l'Inde, des Antilles et de l'Amérique tropicale, M. Nordmann a pu employer celles d'un plus grand nombre de stations, réparties sur tout le tour du globe, de sorte que le résultat obtenu peut réellement être considéré comme représentant l'état moyen de toute la portion de la terre comprise entre les tropiques.

Pour chaque station, il a calculé la déviation de la température de chaque année, par rapport à la moyenne générale d'un grand nombre d'années ; puis il a fait la moyenne brute pour chaque année, de 1870 à 1900, de l'ensemble des déviations de toutes les stations.

Des résultats obtenus qu'il discute, d'ailleurs, dans son intéressant travail, l'auteur a cru pouvoir tirer la loi suivante, qui est bien conforme à ce qu'avait annoncé Köppen :

La température terrestre moyenne subit une période égale à celle des taches du soleil ; l'effet des taches est de diminuer la température terrestre moyenne, c'est-à-dire que la courbe qui représente les variations de celle-ci est parallèle à la courbe inversée de la fréquence des taches solaires.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

La vapeur surchauffée. — Depuis longtemps, on cherche à éviter les condensations de vapeur en réchauffant, soit les conduites de vapeur, soit les cylindres des machines. Trewithick, dès 1802, inventa une chaudière où la vapeur et même le cylindre étaient réchauffés par les chaleurs perdues du foyer.

La surchauffe, dit M. WATSON, dans l'*Iron Age*, du 16 juillet, n'a pas seulement pour objet de sécher la vapeur, mais aussi de lui incorporer une certaine quantité de chaleur, pour l'empêcher de tomber à l'état de vapeur saturée, quand elle est introduite dans la machine. Ainsi, la vapeur pratiquement sèche à 6k 800 de pression, à la température de 167 degrés, c'est-à-dire, contenant de 2 à 2 1/2 °/₀ d'eau, n'augmente pas de pression quand la surchauffe l'a débarrassée de l'eau en suspension. Le seul effet produit est d'éviter une condensation prématurée dans les cylindres et les boîtes à vapeur.

En Angleterre, un constructeur pour navires a installé, il y a longtemps déjà, des surchauffeurs formés de faisceaux tubulaires chauffés par les chaleurs perdues, et dans lesquels circule la vapeur. Malgré les économies importantes que lui faisait réaliser une surchauffe modérée, la Peninsular and Oriental C° a abandonné ses surchauffeurs, par suite des difficultés qu'entraînait leur entretien.

Les premières difficultés provenaient du graissage au suif ; l'usage des huiles minérales les évita, comme il avait fait disparaître le grippage des soupapes et des cylindres. Cependant, l'inconvénient n'a pas été totalement surmonté, surtout dans les cas de surchauffe élevée. Certains auteurs signalent la négligence des chauffeurs à maintenir toujours la même température aux surchauffeurs : l'adduc-

Digitized by Google

tion de vapeur humide, en effet, abaisse la température au point de produire des condensations dans le cylindre, en même temps qu'il devient impossible de maintenir l'étanchéité des surchauffeurs.

On estime parfois qu'il suffit, par la surchauffe, de compenser les condensations aux cylindres. Ces condensations ne représentent pourtant qu'une faible partie des pertes, surtout lorsqu'on ne fait pas usage de calorifuges. Aujourd'hui, on emploie la surchauffe d'une manière plus large, c'est-à-dire que l'on dépasse, quoique modérément, la quantité de chaleur nécessaire pour compenser la perte de calorique pendant la détente.

D'après M. Longridge, il serait possible, par une surchauffe suffisante, de maintenir la vapeur sèche pendant toute la longueur du coup de piston. Dans ces conditions, la quantité de chaleur perdue par les parois étant faible, il serait facile d'empêcher les condensations pendant l'admission suivante : c'est, en effet, plutôt par l'évaporation de l'eau qui les recouvre que par les radiations extérieures que les parois des cylindres se refroidissent. Mais il faut alors arriver à une surchauffe de 140 à 160 degrés, qui nécessite une dépense supplémentaire de combustible. L'économie due à la surchauffe est toujours en raison inverse de la perfection du générateur et de la machine employés. De plus, la surchauffe élevée ne peut s'obtenir qu'au moyen de foyers indépendants.

M. Thurston conclut de ses expériences personnelles que, à condition de ne pas atteindre la température à laquelle les surchauffeurs se disloquent, la surchauffe peut produire une économie sérieuse. Mais, en général, c'est la faible surchauffe qui produit le plus de bénéfice, proportionnellement aux frais qu'elle entraine.

Actuellement, on utilise la surchauffe surtout dans le but de contre-balancer les pertes de chaleur à l'intérieur de la machine. Les plus grands obstacles à l'emploi de la vapeur surchauffée provenaient jusqu'ici des lubrifiants. L'usage des huiles nouvelles a permis de vaincre, partiellement, ces difficultés, et tout semble faire présumer que la surchauffe sera de plus en plus employée.

TÉLÉPHONES

Sur les câbles téléphoniques à inductance uniformément répartie. — MM. Dolezalek et Ebeling étudient, dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, les câbles téléphoniques dont l'âme est entourée d'une armature en fer, en vue d'augmenter la self-induction.

Ils montrent que, dans ce genre de câble, la self-induction, en millihenrys par kilomètre, est :

$$L = 0{,}921 \log \frac{c}{b} + 0{,}921\mu \log \frac{b}{a} + 0{,}20$$

a étant le diamètre de l'âme (centimètres), b le diamètre à l'extérieur du fer, c la distance entre les deux conducteurs, et μ la perméabilité.

La capacité de ce câble, en microfarads par kilomètre, est :

$$C = \frac{0{,}01207\ K}{\log \frac{c}{b}}$$

K étant la constante diélectrique de l'isolant.

Le coefficient d'amortissement :

$$\beta = \frac{R}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

(R étant la résistance du câble)

est minimum pour :

$$b^{2\mu+2},\quad c^{2\mu+2},\quad a^{2\mu}$$

ou approximativement :

$$b = \sqrt{ac}.$$

Les auteurs appliquent ces résultats à des câbles existants ; ils comparent ces câbles, à âme armée, aux câbles sur lesquels on intercale des bobines de self-induction (système Pupin), et concluent en faveur de cette dernière méthode, qui permet d'obtenir une self-induction plus élevée, avec une dépense de métal beaucoup moindre.

TRAMWAYS

Ateliers de réparations pour tramways. — M. Mc Culloch décrit, dans le *Street Railway*, d'août, les procédés employés par la Chicago City Railway C°, pour l'entretien et la réparation de ses tramways.

La Compagnie exploite 206 trains funiculaires, 125 voitures électriques à bogies et à quatre moteurs, et 402 voitures à deux essieux et deux moteurs. Elle possède un atelier central et six dépôts.

L'inspection, le nettoyage, le réglage des freins, les petites réparations aux caisses et à l'équipement électrique, se font aux dépôts. Les réparations proprement dites se font à l'atelier.

L'outillage de chaque dépôt consiste en deux vérins hydrauliques, deux palans de 2 tonnes, une forge portative, une enclume, une perceuse à colonne, une meule, et le petit outillage ; les dépôts de voitures à bogies sont, en outre, pourvus d'une pompe à huile, alimentant des vérins pour soulever les caisses.

L'atelier mécanique renferme trois machines à aléser les roues, une machine à rectifier les bandages, une presse à roues, douze tours, deux raboteuses, deux étaux-limeurs, huit perceuses, un tour vertical, une machine à tarauder les écrous et une machine à fileter les boulons.

L'atelier électrique est pourvu de cinq machines à faire les enroulements, d'une machine à nettoyer et à recouvrir les fils, et d'une machine à isoler les sections d'induit.

Des ateliers annexes sont affectés à la réparation des lanternes, des sablières, de la garniture des caisses, etc.

Une blanchisserie complète, et un atelier pour la fabrication des brosses circulaires, destinées aux machines à balayer, font également partie de l'installation.

Enfin, une forge, une fonderie, un atelier de menuiserie, carrosserie et modelage, un atelier de peinture, et une imprimerie complètent cette organisation.

On trouvera, dans l'article cité, des détails sur la division du travail, sur son prix de revient, ainsi qu'un plan des ateliers.

DIVERS

Eaux magnétiques de l'Indiana. — Les chimistes se montrent presque toujours sceptiques, quand on leur parle d'eaux communiquant des propriétés magnétiques aux objets d'acier qu'on y plonge, et beaucoup repoussent cette idée.

Un article a été publié dans l'*Engineering News*, du 16 juillet, à propos des eaux magnétiques. Actuellement, d'après M. Leighton, hydrographe à Chicago, il y a dans l'État d'Indiana, trois sources qui aimantent les aiguilles, les lames de couteaux, etc... La première est à Cartersburg Springs, la seconde provient d'un puits foré à Lebanon, la troisième d'un puits foré à Fort-Wayne.

Ces eaux contiennent une forte proportion d'acide carbonique, qui se dégage par exposition à l'air libre. A mesure que le gaz s'échappe, un précipité lourd d'oxyde de fer magnétique se forme, et quand tout le gaz a disparu, aucune propriété magnétique ne se manifeste plus. Il est à croire que le fer en solution se trouve à l'état de carbonate.

Des expériences furent faites à Cartersburg Springs. Des couteaux, des aiguilles, essayés avant le voyage et à l'arrivée près de la source, ne présentèrent aucune trace d'aimantation. Après une immersion de cinq minutes, une lame de couteau supporta les aiguilles bout à bout. Deux aiguilles, plongées dans l'eau pendant deux minutes, restèrent attachées l'une au bout de l'autre malgré le vent. La lame de couteau conserva pendant trente heures environ ses propriétés magnétiques.

Il paraît hors de conteste que ces eaux produisent l'aimantation de l'acier, et dévient nettement l'aiguille de la boussole.

L'eau de Lebanon provient d'un puits appartenant à la Compagnie du Big Four Railroad. On s'aperçut que les eaux qu'il fournissait étaient corrosives et mettaient rapidement les chaudières hors de service. Un examen de ces eaux par M. Hurty, chimiste de la Compagnie, ne démontra la présence d'aucun corps capable de produire ces corrosions, et fit constater les propriétés magnétiques de l'eau. On essaya de la laisser reposer quelque temps dans un réservoir avant de l'employer, et depuis on n'a pas eu à redouter les corrosions. Aujourd'hui, la précipitation de l'oxyde de fer est obtenue au moyen d'une injection de vapeur.

Il paraîtrait que les eaux de Fort-Wayne jouissent de propriétés magnétiques encore plus développées que celles des sources dont nous venons de parler.

Ouvrages récemment parus.

Traité général et pratique des distributions et canalisations d'électricité, d'eau, de gaz, d'acétylène et d'alcool, d'air comprimé, de vapeur et chauffages divers, par M. E. Pacoret. — *Livre I : Électricité.* — Un volume in-8° de 320 pages, avec 129 figures et 5 planches hors texte. — Loubat, éditeur, Paris, 1903. — Prix : broché, 8 francs.

Ce premier volume d'une série de cinq ouvrages, contient les divers renseignements utiles à l'étude d'un projet, d'un devis, à l'exécution et au contrôle des travaux d'une canalisation et d'une distribution d'énergie électrique. Les chapitres successifs sont consacrés à l'étude des machines génératrices et réceptrices ; des piles, accumulateurs, appareils de mesure ; à l'examen des différents modes de distribution en courants continus, alternatifs, polyphasés ; à l'éclairage électrique, à l'étude d'un transport de force, enfin, à la revue des engins de transport par l'électricité : tramways, automobiles, canots. Un chapitre est consacré à une série d'applications numériques et l'ouvrage se termine par un projet de distribution.

Surchauffe et surchauffeurs, publié par la Compagnie du surchauffeur réglable Cruse. — Une brochure de 50 pages, avec 5 planches. — Barber et Farnworth, éditeurs, Manchester, 1903. — Prix : 3 fr. 50.

Dans cette brochure, l'auteur expose les propriétés de la vapeur saturée et celles de la vapeur surchauffée, donne une description générale des surchauffeurs, et signale les principales causes de la présence de l'eau dans la vapeur. Les surchauffeurs actuels sont chauffés soit par un foyer spécial, soit au moyen des chaleurs perdues du générateur ; dans ce dernier genre rentre le surchauffeur réglable Cruse, caractérisé par des tubes de circulation d'eau placés à l'intérieur des tubes de surchauffe.

L'ouvrage contient également des tableaux des quantités de chaleur contenues dans une livre de vapeur saturée à différentes pressions, le volume en pieds cubes d'une livre de vapeur, etc.

Chaux, ciments et mortiers, par Ed. Candlot, Ingénieur (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*). — Un volume, petit in-8° de 184 pages, avec 51 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1903. — Prix : broché, 2 fr. 50 ; cartonné, 3 francs.

Dans la première partie de son ouvrage, l'auteur s'occupe des chaux hydrauliques, de leurs propriétés chimiques, de leur fabrication et de leur classement. Dans la seconde partie, il passe en revue les ciments naturels prompts, lents et demi-lents, les ciments artificiels de Portland et de laitier. La troisième partie est consacrée aux mortiers ; la quatrième traite des essais des ciments, des chaux et des sables. Une annexe contient, avec l'arrêté ministériel concernant les fournitures de ciments et chaux hydrauliques, quatre types de cahiers des charges relatifs aux travaux à la mer, aux travaux ordinaires, et enfin aux ciments de grappiers.

L'Industria frigorifera, par Pasquale Ulivi (*Collection des manuels Hoepli*). — Un volume, petit in-8° de 170 pages, avec 34 figures. — Hoepli, éditeur, Milan, 1903. — Prix : cartonné, 2 francs.

M. Ulivi passe successivement en revue les moyens de réfrigération usités jusqu'ici : mélanges réfrigérants, machines frigorifiques ; les propriétés des gaz liquéfiables, la liquéfaction de l'air ; puis, les machines industrielles à ammoniaque, avec leurs organes spéciaux (séparateur d'huile, régulateur, distributeur) ; les machines à acide carbonique et à acide sulfureux.

Il étudie, enfin, la réfrigération industrielle de l'air et des liquides, les usines à glace, et termine par des données pratiques et numériques sur les essais des machines frigorifiques, la production de la glace, et les prévisions nécessaires à un projet d'installation.

Le Gérant : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 25. N° 1114. Samedi 17 Octobre 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Les barrages d'Assyout et d'Assouan et le système général des irrigations de l'Égypte *(planche XXV) (suite et fin)*, p. 385; G. Richou. — **Automobiles** : Étude du dérapage des automobiles, p. 392; J. Résal. — **Construction des machines** : Appareil pour la mise en forme des enroulements de dynamos, p. 394. — **Électricité** : Système électropneumatique de traction à courant alternatif simple, p. 395; Ch. Dantin. — **Variétés** : Nouvel ascenseur spiral, p. 396; — Nouvelles valves pour fours à récupérateurs, p. 396; — Usine à ciment de Portland, à Hudson (États-Unis), p. 397.

Sociétés savantes et industrielles : Société des Ingénieurs civils (2 octobre 1903), p. 398; — Académie des Sciences (5 octobre 1903), p. 398.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 398; — Ouvrages récemment parus, p. 400.

Planche XXV : Barrage d'Assouan, sur le Nil.

TRAVAUX PUBLICS

LES BARRAGES D'ASSYOUT ET D'ASSOUAN
et le système général des irrigations de l'Égypte.

(Planche XXV. — Suite et fin[1].)

Barrage d'Assouan. — M. Willcocks, nommé en 1890 directeur du Service des réservoirs, avait présenté, en 1893, quatre avant-projets sommaires consistant, l'un à transformer le Ouady-Rayan en réservoir (1), et les autres à construire des barrages de 25 mètres de hauteur en travers du Nil, dans la Gorge de Silsileh, à Assouan sur la première cataracte, ou dans la Gorge du Kalabchah, à environ 50 kilom. en amont.

Ces ouvrages devaient être construits en maçonnerie, suivant le type des murs des réservoirs d'Espagne et de France, mais avec de nombreuses ouvertures pour laisser passer les crues.

L'emplacement d'Assouan, à 965 kilom. de la pointe du Delta, se recommandait principalement par la présence d'un bon sol rocheux

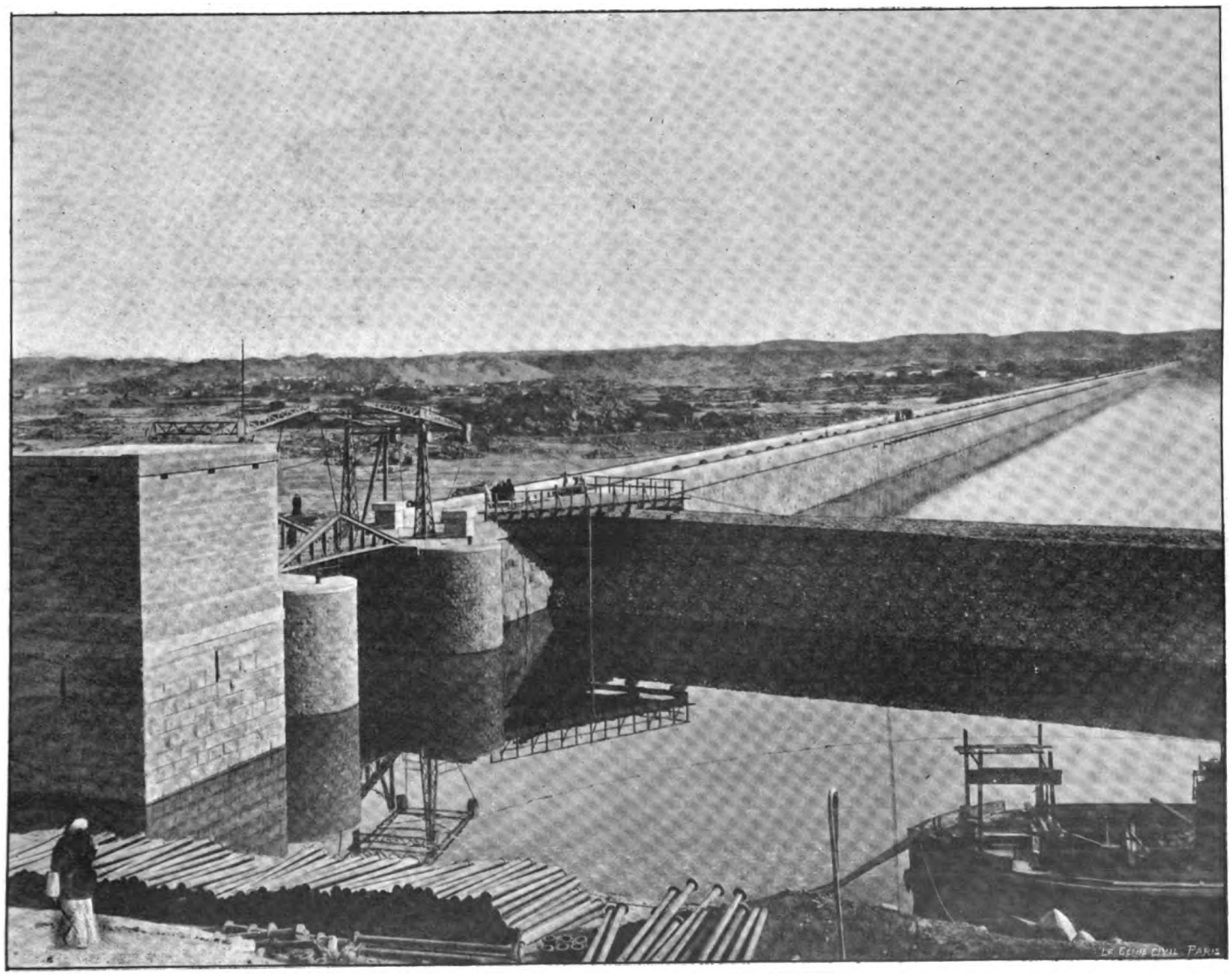


Fig. 1. — Barrage d'Assouan : Vue générale, prise de la rive occidentale.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 24, p. 369.

(1) Le Ouady-Rayan est une dépression considérable située dans la province du Fayoum et qu'on aurait pu mettre en communication avec le Nil par un canal traversant les colonies de la rive gauche du fleuve.

Digitized by Google

de granit rouge à gros grains, propre à supporter les fondations et régnant sur la plus grande partie du lit du fleuve, et par des îlots nombreux sur lesquels on pouvait facilement asseoir les ouvrages ; les passes à fermer entre les îlots n'étaient qu'au nombre maximum de sept, mais à la vérité assez profondes. Enfin la vallée était assez large pour établir un nombre de vannes suffisant à écouler les grandes crues. Par contre, il imposait la submersion continue de l'île de Philæ et des

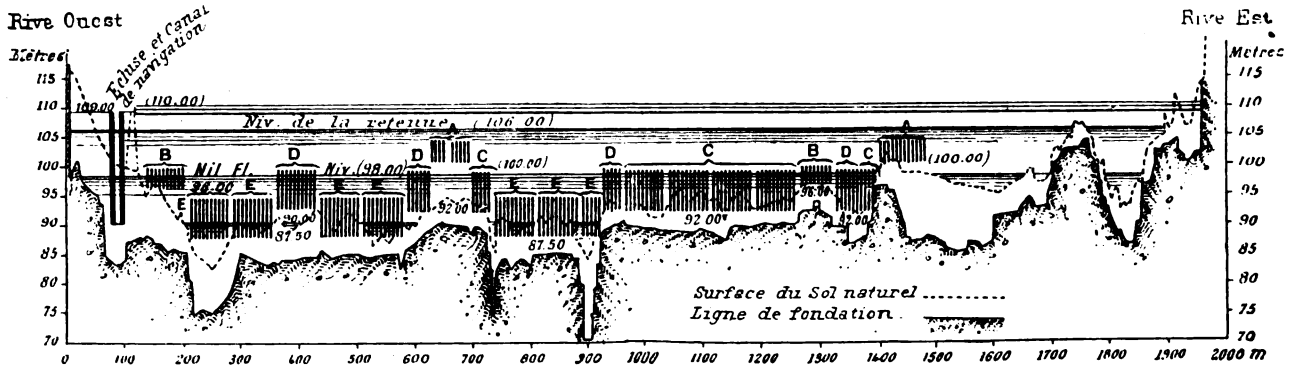


Fig. 2. — Profil en travers du Nil et schéma du barrage indiquant l'emplacement des vannes.

merveilleux monuments qu'elle porte (1), et probablement leur destruction à une échéance plus ou moins lointaine.

M. Garstin, sous-secrétaire d'État au Ministère des Travaux publics d'Égypte, soumit ces avant-projets à une Commission composée de MM. Boulé, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Sir Benjamin Baker, l'auteur du pont du Forth, et Torricelli, Ingénieur hydraulicien à Rome.

M. Boulé (2) s'éleva contre l'emplacement d'Assouan, et contre les éventualités à redouter dans l'établissement d'un barrage fixe, affaibli par un grand nombre d'ouvertures pour le passage des crues (stabilité générale insuffisante, vitesse de l'eau trop grande dans les aqueducs et, par suite, dangereuse pour les maçonneries et le fond du fleuve en aval, difficulté d'emploi des revêtements métalliques, en raison des grandes différences des températures diurne et nocturne). Il estimait qu'il fallait plutôt combiner un barrage avec vannes mobiles, et proposa, à cet effet, un barrage à cascades où la chute totale serait divisée en plusieurs parties, dont la charge ne fût pas trop forte pour chacun des vannages constituant les degrés de l'escalier hydraulique. Ces barrages successifs auraient été installés sur le même radier, et les vannes ne supportant plus qu'une pression modérée auraient été semblables et même interchangeables.

Les deux autres membres de la Commission n'acceptèrent pas ce système et conseillèrent l'emplacement d'Assouan. Toutefois, le projet de M. Willcocks reçut, sur leurs indications, des modifications considérables. M. Willcocks avait imaginé de fermer les passes principales (fig. 4) par des ouvrages dont les deux supérieurs en amont GH et KL étaient entièrement séparés du reste ; l'ouvrage principal ABCDEF s'appuyait en A à la rive droite du fleuve, affectait une forme courbe vers l'amont, et se retournait en chevron vers le fond E pour barrer la passe EF.

MM. Benjamin Baker et Torricelli préconisèrent l'emploi d'un ouvrage en ligne droite, ne barrant que cinq des passes, et figuré suivant la ligne AM (fig. 4). Ce projet avait sur le précédent l'avantage indéniable d'une plus grande simplicité, mais il ne tenait pas compte de la nature du sol de fondation, qui pouvait, comme cela s'est produit, présenter des inégalités très grandes soit de composition, soit de conservation. Le fond des passes offre, notamment, des alternances de granit et de diorite et des formations schisteuses qui ont mal résisté à l'action érosive et chimique des eaux et qu'il a fallu enlever pour arriver au rocher compact. On conçoit, d'ailleurs, qu'on ait renoncé à la forme courbe sur une longueur aussi considérable (1 950 mètres) et surtout avec l'empattement (31 mètres) et la profondeur d'encastrement (12 mètres) imposés par la présence des ouvertures.

Quant à la submersion de l'île de Philæ et de ses monuments, diverses propositions furent mises en avant pour en éviter les conséquences. M. Garstin émit l'avis de déplacer les temples pierre par pierre pour les réédifier sur l'île voisine de Bizeh, où ils seraient au-dessus des plus hauts niveaux des eaux du réservoir. Sir Benjamin Baker indiqua une autre solution, qui aurait consisté à relever toute l'île et ses superstructures de 10 mètres au-dessus de son niveau actuel. Ces travaux auraient certainement nécessité des dépenses considérables pour aboutir, dans le premier cas, à une reconstitution d'un effet incertain, et dans le second, à des résultats non moins aléatoires, étant donné l'état médiocre des monuments à conserver. On s'est borné, comme nous le verrons plus loin, à les reprendre en sous-œuvre avant leur submersion.

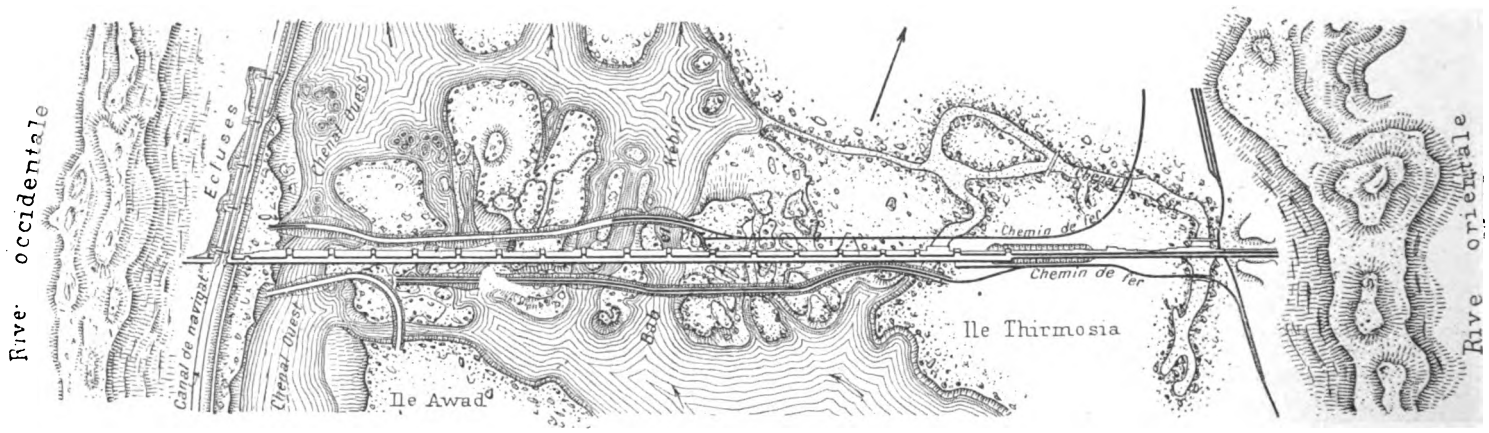


Fig. 3. — Plan d'ensemble du barrage d'Assouan.

Le projet du barrage, tel qu'il avait été établi au début, devait retenir les eaux à la cote 114 mètres, ce qui aurait permis d'en augmenter des deux tiers la capacité. Le Gouvernement Égyptien s'est arrêté à la cote 106 mètres, en raison des protestations relatives à la submersion totale des îles et à la destruction certaine qui en serait

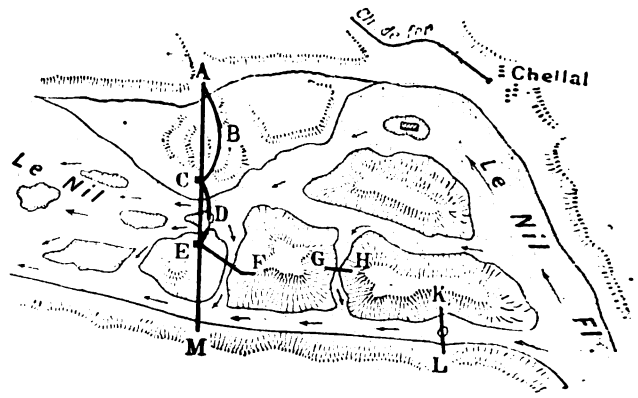


Fig. 4. — Plan de situation du barrage d'Assouan.

résultée pour leurs monuments. La plate-forme est édifiée à la cote 109, laissant ainsi 3 mètres pour parer à l'élévation des vagues.

La Commission internationale avait prescrit de ne pas dépasser la pression de 5 kilogr. par centimètre carré de maçonnerie avec le réservoir plein. D'après les calculs présentés par M. Willcocks, la

(1) Plusieurs vues de ces monuments ont été reproduites dans le *Génie Civil*, t. XXVI, n° 4, p. 49 ; n° 5, p. 67, et n° 6, p. 81.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXVI, n° 4, p. 49.

Digitized by Google

pression maximum sur le parement d'aval atteint dans ce cas 4kg 35, et sur celui d'amont 6kg 32, lorsque le réservoir est vide. Il est évident d'ailleurs que les efforts, par unité de surface, sont très variables eu égard aux niveaux différents des ouvertures, à leur fonctionnement intermittent, et aux variations de la retenue. Il a donc fallu admettre pour les calculs des hypothèses susceptibles de simplifier la construction et d'uniformiser les dimensions. On a adopté les hypothèses suivantes : en ce qui concerne la maçonnerie jusqu'au seuil des vannes les plus basses, on a admis qu'une longueur de 5 mètres de maçonnerie entre les vannes recevait la pression qui s'exerce sur toute la longueur de la partie ouverte (7 mètres) et de la partie pleine (5 mètres). Pour la maçonnerie située au-dessous du niveau des plus basses vannes, on a pris comme poids celui du massif qui la charge, sans déduction des vides. On a compté comme niveau de la retenue la cote 109 mètres au lieu de la cote 106 mètres. Le poids des maçonneries a été compté à 2 300 kilogr. par mètre cube.

L'ouvrage présente deux parties distinctes : l'une, pleine sur une longueur d'environ 550 mètres, du côté de la rive Est, et l'autre, de 1 400 mètres, percée d'ouvertures pour l'écoulement des eaux.

La section est de forme trapézoïdale (fig. 1, pl. XXV et fig. 7) : sa hauteur moyenne est de 37 mètres ; sa largeur, à la base, de 31 mètres, et en couronne, de 7 mètres. Le fruit du parement amont est de $^1/_{18}$ et celui du parement aval de $^1/_{1,5}$.

A l'exception de la partie des fondations encastrées dans le roc, le revêtement est exécuté en dalles de granit carrées, d'une épaisseur de 0m 30 à 0m 60. Toutes ces pierres ont été posées à l'aide de grues. Le mortier se compose de 2 de sable pour 1 de ciment de Portland sur la face amont, et de 4 de sable pour 1 de ciment sur la face aval. Le massif entre les deux est fait en moellons de granit noyés dans un mortier à 4 de sable pour 1 de ciment. Mais à 0m 67 au-dessus du fond et pour les parties encastrées dans le roc, on a repris la proportion de 2 de sable pour 1 de ciment. Les moellons intérieurs ont été posés à la main.

On devait, tout d'abord, exécuter le corps de la digue en argile grillée et en chaux, qu'on possédait en abondance sur les lieux. On fit ainsi environ 10 000 mètres cubes de remplissage. Mais l'opération du grillage était trop longue ainsi que la prise du mortier de chaux, et surtout exigeait une dépense de charbon trop forte pour qu'on ne lui préférât pas la maçonnerie ordinaire. On employa donc, pour le remplissage de la digue, des moellons de granit extraits de plusieurs grandes carrières qu'on avait ouvertes dans un rayon de 3 kilom. Le sable employé était du sable à arêtes vives, lourd, et provenant de la décomposition de calcaires granitiques des environs.

La digue est percée de 180 ouvertures : les 140 inférieures ont chacune 2 mètres de largeur et 7 mètres de hauteur (fig. 2, pl. XXV), et sont séparées par des massifs de maçonnerie de 5 mètres. Elles sont groupées dix par dix : entre chaque groupe est établi un massif de butée de 10 mètres de largeur, ayant 1 mètre d'épaisseur de plus que le reste de l'ouvrage.

Les ouvertures supérieures sont au nombre de 40, et n'ont que 2 mètres de largeur sur 3m 50 de hauteur. Elles sont séparées, comme les autres, par des massifs de maçonnerie présentant une surépaisseur. La surface totale des ouvertures inférieures s'élève à 1 960 mètres carrés ; celle des ouvertures supérieures à 280 mètres carrés, soit un total de 2 240 mètres carrés. A l'extrémité amont, les ouvertures présentent un évasement qui facilite l'entrée de l'eau (fig. 5, pl. XXV) ; il en est de même à l'extrémité aval.

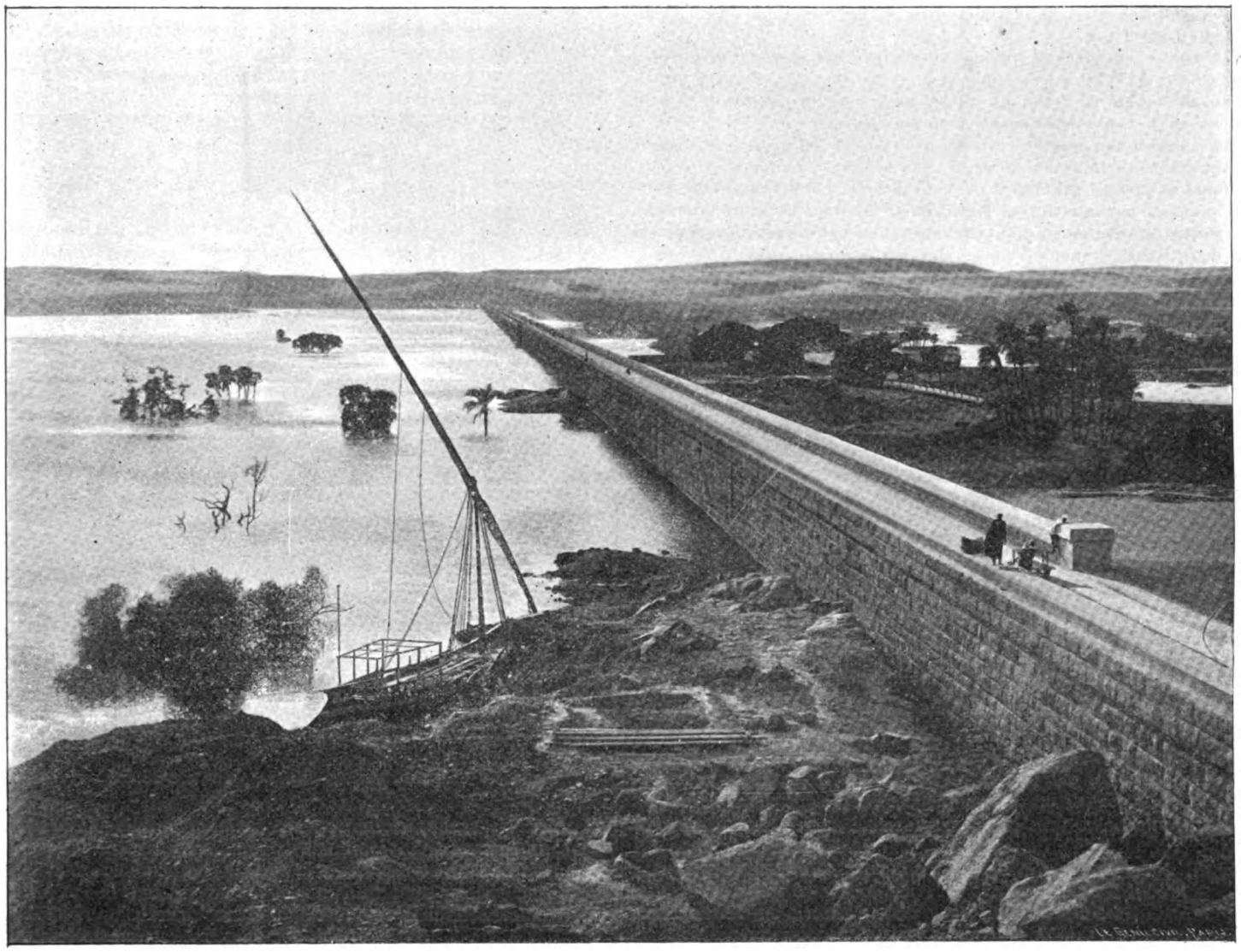


Fig. 5. — Barrage d'Assouan : Vue générale, prise de la rive orientale.

Les seuils sont à quatre hauteurs différentes : pour 65 des ouvertures inférieures, ils sont fixés à 3m 50 au-dessus du zéro de l'étiage d'Assouan ; les 75 autres l'ont à 8 mètres au-dessus du même zéro. Quant aux ouvertures supérieures, leurs seuils sont situés respectivement, pour 18 d'entre elles, à 12 mètres au-dessus du zéro et, pour les 22 autres, à 16 mètres.

Toutes les vannes se manœuvrent de la plate-forme, à l'aide de treuils dont les câbles descendent dans un puits de 2m 70 sur 1 mètre (fig. 3 et 4, pl. XXV).

Quand on veut vider le réservoir, on commence par ouvrir les vannes supérieures, de manière à réduire la vitesse de l'eau au minimum possible. Ces vannes servent également à faciliter l'écoulement de la crue. Comme elles fonctionnent rarement, elles ne sont munies que de portes glissantes ordinaires. Les autres, au nombre de 140, qui sont particulièrement destinées à régler la hauteur de la retenue, sont

Digitized by Google

pourvues de portes du système Stoney. Ces portes sont constituées par une plaque en tôle dont la face intérieure est munie d'une voie à galets. La maçonnerie reçoit une voie correspondante. Entre les deux voies sont suspendus, par des câbles, un certain nombre de galets, disposés dans un cadre qui assure la rectitude de leur position. Quand la pression de l'eau règne sur la vanne, l'effort se transmet par les galets à la voie fixée sur la maçonnerie, et la manœuvre de la porte s'exécute aisément grâce à la substitution du frottement de roulement au frottement de glissement. Chaque porte est actionnée par des treuils à main et possède son appareil de manœuvre complet.

Les treuils (fig. 3 et 4, pl. XXV) sont des appareils à deux vitesses, l'une lente quand il s'agit de petites levées avec un seul homme à la manivelle, l'autre rapide pour la levée complète de la vanne et avec quatre manœuvres. Un dispositif à rochet retient automatiquement la vanne et l'empêche de descendre. Le tambour est actionné par un engrenage à vis et roue héliçoïdale et agit sur un système de poulies mouflées. Tous les paliers sont pourvus de graisseurs à vis.

Pour le cas où il serait nécessaire de réparer les portes ou leurs guidages, sir Benjamin Baker a étudié et fait construire un bouclier qu'on peut descendre de la plate-forme sur la face amont jusqu'à l'entrée de l'ouverture.

La vitesse considérable que doit atteindre l'eau dans les ouvertures inférieures (13m 50 par seconde pour la hauteur d'écoulement maximum de 9 mètres), donne un intérêt particulier au système de maçonneries ou de revêtement adopté pour les protéger.

La plupart des ouvertures sont construites en pierres de granit d'une épaisseur moyenne de 0m 67. Les seuils se composent alternativement de pierres entières et de demi-pierres. Les premières ont 2m 50 de longueur et rentrent, par suite, de 0m 25 dans les murs latéraux ; les autres présentent un joint près du centre de l'ouverture et rentrent de 0m 65 dans ces mêmes murs. Tous les seuils ont 0m 65 d'épaisseur.

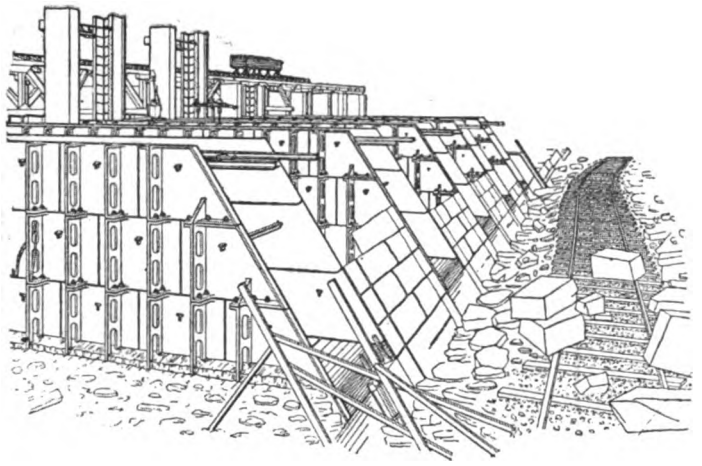


Fig. 6. — Revêtements en fonte des ouvertures du barrage.

On a donné aux linteaux 2m 70, de manière qu'ils reposent de 0m 35 dans chaque sens : ils ont également 0m 65 d'épaisseur. Toute la maçonnerie a été posée sur un bain de mortier à 2 de sable pour 1 de ciment.

Les trente ouvertures inférieures portent un revêtement en fonte (fig. 2 et 5, pl. XXV). Le seul motif de la substitution de la fonte à la maçonnerie pour le revêtement a été la rapidité de la pose à laquelle elle se prêtait, à un moment où l'arrivée de la crue obligeait à réduire au minimum les délais d'exécution. La maçonnerie qui l'environne a été posée sur un bain de mortier de ciment de même composition que le précédent, et sur une épaisseur de 0m 65. Les nervures des plaques de fonte relient parfaitement les éléments de cette maçonnerie.

A l'exception des plaques spéciales des extrémités des ouvertures et de celles qui bordent le puits de manœuvre, les plaques ont uniformément une longueur de 1m 85, une largeur de 1m 15 et une épaisseur de 0m 0375. Il y a six rangées de plaques dans la hauteur : chacune d'elles porte deux nervures verticales de 0m 30 de hauteur et de 0m 0375 d'épaisseur. Dans chaque assise, les plaques sont posées à joints rompus par rapport à celles des assises inférieure et supérieure, mais elles sont disposées de manière à faire correspondre les nervures verticales sur toute la hauteur.

Les plaques présentent, au droit de chaque nervure, des portées horizontales de 0m 15, qui permettent de les relier entre elles à l'aide de deux boulons (fig. 6). Ce sont les seuls moyens employés pour les réunir dans le sens vertical. Des entretoises transversales les relient dans le sens horizontal.

Les seuils et les linteaux en fonte s'étendent à 0m 25 au delà de la ligne intérieure des ouvertures, tant à l'amont qu'à l'aval. Ils ont 0m 75 de largeur et sont boulonnés sur les nervures des plaques. La forme évasée (en forme de cloche) de l'entrée, et aussi celle de la sortie des ouvertures, ainsi que le pourtour du puits de manœuvre, ont nécessité l'emploi de plaques spéciales. Le revêtement de chaque ouverture pèse 110 tonnes. Les nervures sont boulonnées les unes sur les autres avec interposition de bandes de feutre : on s'en est également servi, en y joignant quelques tasseaux en fer, pour régler la position de chaque rangée de plaques. Celles-ci n'ont reçu aucun travail de planage ; les joints ont été bouchés au ciment, au fur et à mesure qu'on construisait la maçonnerie derrière le revêtement métallique.

Les ouvertures, laissées entièrement libres pendant la période des hautes eaux, pourront débiter les 14 000 mètres cubes par seconde qui représentent les crues maxima du Nil. Le débit ordinaire maximum du fleuve à Assouan ne dépasse pas 10 000 mètres cubes.

On voit, par ce qui précède, qu'il n'a été pris aucune disposition spéciale contre l'éventualité de l'envasement du réservoir. Cela tient à ce que la crue doit être complètement écoulée par les ouvertures sans ralentir sensiblement sa vitesse et, par suite, sans déterminer de dépôts, et qu'il ne doit être emmagasiné que des eaux claires.

La navigation est assurée par un canal à écluses de 12 mètres de largeur, établi sur la gauche du barrage (fig. 1, 2, 3, 11 et 12). Il est prolongé à 800 mètres en amont et à 1 200 mètres en aval du barrage, de manière à éviter autant que possible les remous des deux côtés. Ce travail a nécessité un déblai de roc à la mine de 20 000 mètres cubes. La différence de niveau entre l'entrée et la sortie est de 21 mètres ; elle est rachetée par trois écluses de 6 mètres chacune et une de 3 mètres. Chaque écluse a 80 mètres de longueur sur 9m 50 de largeur. La hauteur des portes d'écluse varie entre 18 mètres et 8 mètres. Cette grande

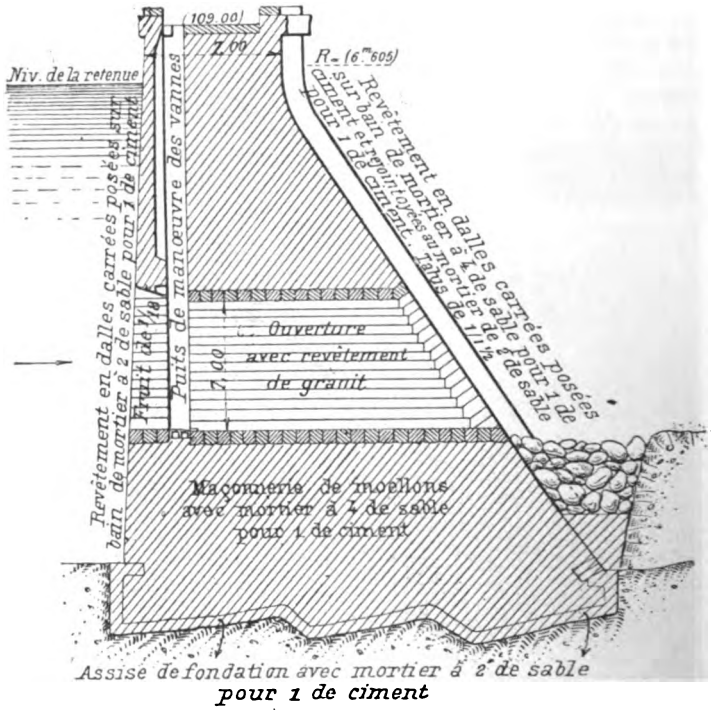


Fig. 7. — Coupe du barrage dans la partie munie d'ouvertures.

dimension est rendue nécessaire par la variation considérable du niveau des eaux, le canal devant servir à la navigation même quand le réservoir est plein. La figure 9 représente la porte la plus haute du canal éclusé.

Chaque porte se compose d'un seul vantail qui, lors de l'ouverture, vient rentrer dans un logement pratiqué dans l'un des bajoyers (fig. 6 à 9, pl. XXV). Celle de 18 mètres pèse 105 tonnes et est constituée par un platelage en tôle d'acier, raidi par des poutrelles I dans le sens vertical et par quatorze poutres en bow-string dans le sens horizontal. Chaque porte est pourvue de douze vannes disposées par groupes de quatre, qui permettent de remplir l'écluse inférieure.

Le vantail est suspendu, par sept groupes de deux tiges chacun, aux tiges des pistons de sept presses hydrauliques. Ces presses sont placées sur une plate-forme constituée par deux longerons qui portent des cadres avec galets roulant sur rails, et par des traverses qui servent de support aux tiges de suspension du vantail. Pour ouvrir la porte, on commence par la soulever à l'aide des presses déjà indiquées. Puis une presse spéciale fait mouvoir la plate-forme. Une autre presse commande ensuite le relevage du pont. La pression hydraulique est fournie par une petite turbine, placée dans l'un des bajoyers, qui actionne deux accumulateurs et quatre pompes, avec une pression de 50 kilogr. par centimètre carré.

On a adopté deux accumulateurs, pour en avoir toujours un de disponible ; chacun d'eux peut commander le double mouvement d'une porte. Une valve automatique arrête la turbine, quand les deux accumulateurs sont à bout de course. Enfin, pour le cas où la turbine serait détériorée, on a installé dans la chambre des accumulateurs un jeu de pompes à vapeur.

Outre les vannes de décharge placées sur les portes, d'autres vannes

Digitized by Google

disposées à la partie inférieure permettent d'opérer une chasse dans les écluses pour dégager les portes des boues qui s'accumuleront contre les seuils.

Dans chaque bajoyer on a disposé des aqueducs qui permettront d'écouler les infiltrations qui pourraient se produire derrière les murs quand le réservoir sera plein. Ces aqueducs sont protégés, à l'amont, par des grillages qui sont suspendus par des câbles à des consoles fixées dans les bajoyers. Pour pouvoir à volonté les fermer en cas de

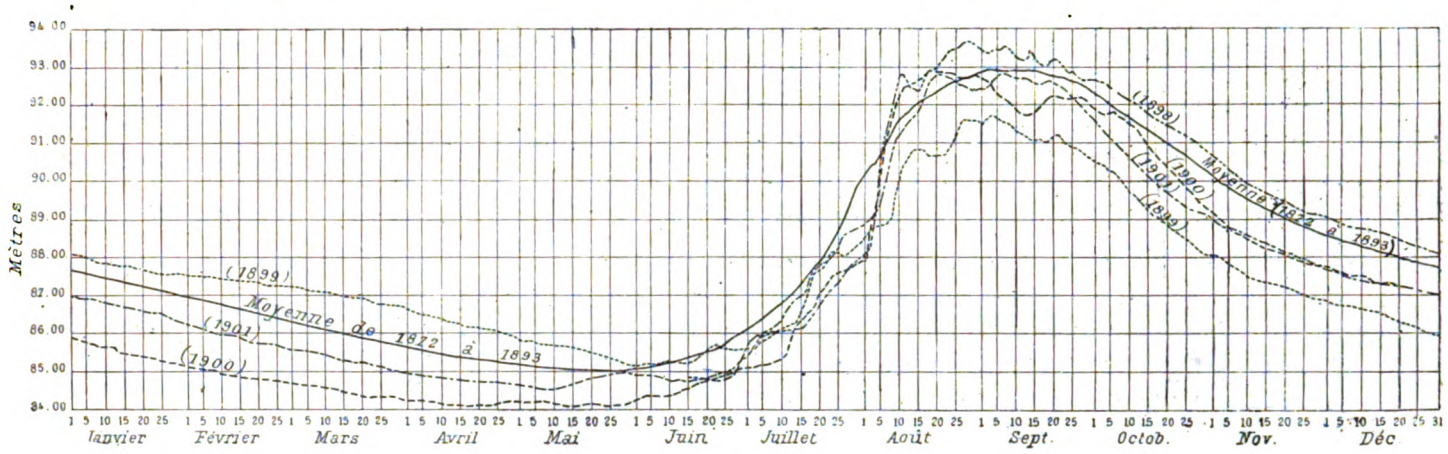


Fig. 8. — Diagramme des crues relevé à Assouan.

réparation d'une écluse, on a employé des rideaux du genre Caméré, construits avec des rails et des traverses en bois de teck, avec interposition de bandes de caoutchouc qui en assurent l'étanchéité. Il nous paraît toutefois douteux que le caoutchouc puisse se conserver convenablement dans un pays aussi chaud que l'Égypte. Enfin, pour pouvoir enlever les quartiers de roc qui pourraient être roulés jus-

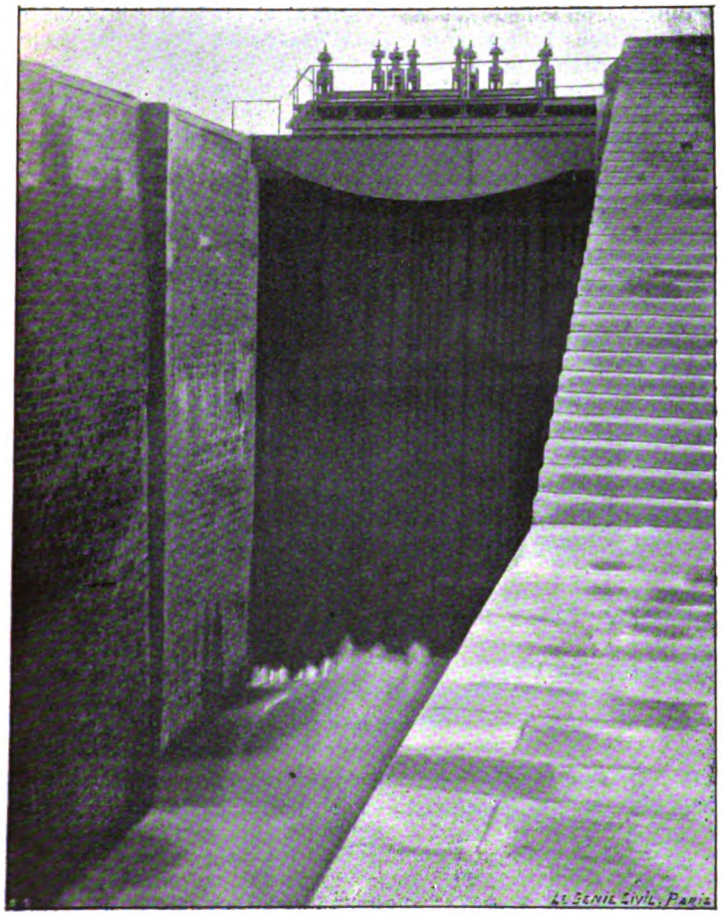


Fig. 9. — Porte d'entrée du canal éclusé (côté amont).

qu'aux aqueducs aux époques de crue, et examiner le radier des écluses, on a prévu une cloche à plongeur.

Une grue roulante de 20 tonnes avec chaudière à vapeur, compresseur d'air et installation d'éclairage électrique, permettra de commander la cloche, de relever les épaves, et au besoin les portes pour les repeindre. L'équipement est complété par une petite grue à main de 1 tonne pour les petits travaux, une drague à vapeur, genre Priestmann, pour enlever les vases, etc.

Le barrage d'Assouan relève d'environ 20 mètres le niveau des eaux du Nil. Le réservoir qu'il détermine s'étend sur une longueur de 230 kilom. dont 160 occupent le lit même du fleuve. La quantité d'eau emmagasinée est, comme nous l'avons dit, de 1 165 millions de mètres cubes.

Ainsi que l'indique le diagramme des crues que nous reproduisons (fig. 8), d'après le mémoire de M. Fitzmaurice (1), la crue du Nil, en année moyenne, atteint son maximum à Assouan dans les premiers jours de septembre; au 1er décembre, elle a baissé de 4m 50 et l'eau, qui était auparavant très chargée de limon, est devenue parfaitement claire. Le réservoir se remplira de décembre à mars, quand l'eau ne contient plus de dépôts, et dépasse en quantité les besoins des irrigations ; il se videra pendant les mois de mai, juin, juillet, où le manque d'eau se fait particulièrement sentir pour la récolte du coton.

On estime à 1 mètre la perte par évaporation, soit 75 millions de mètres cubes, en sorte que le volume disponible sera réduit à 990 millions de mètres cubes.

Exécution des travaux. — Les contrats d'exécution furent conclus entre le Gouvernement Égyptien et MM. J. Aird et Cie, de Londres, en février 1898. La principale difficulté rencontrée a consisté dans la réunion et l'alimentation, sur un point désert, d'une véritable population. Les chantiers ont, en effet, occupé jusqu'à 15 000 ouvriers, dont 1 000 Européens; parmi ceux-ci, on comptait surtout des maçons italiens. Les fouilles et les terrassements étaient exécutés par des fellahs, qu'il fallait d'ailleurs faire venir de la Basse et de la Moyenne Égypte.

Les six premiers mois furent consacrés à cette organisation qui comprenait, sur chaque rive, une douzaine d'ateliers, un vaste restaurant, des baraquements, des bains, un hôpital avec des pavillons distincts pour les Européens et les indigènes, et d'autres isolés pour les maladies contagieuses, des installations de filtrage pour toute l'eau destinée à l'alimentation, etc. Ces dispositions sanitaires bien comprises permirent d'éviter toute épidémie et on n'eut à traiter, en dehors des insolations et des autres accidents de travail, que quelques cas isolés de fièvre typhoïde et de petite vérole.

Tous les vivres devaient naturellement être amenés à pied d'œuvre du Caire ou d'Alexandrie. On n'avait pour les approvisionner, ainsi que les charbons, les ciments et les matériaux métalliques, que la ligne à voie unique d'Alexandrie à Louxor : au delà de ce dernier point, les transports empruntaient la voie fluviale.

Les difficultés d'ordre technique ont été relativement moins grandes, grâce à la régularité des crues du Nil dont les dates et la durée sont à peu près fixes. La majeure partie de l'emplacement du barrage était en effet à sec pendant plusieurs mois; par contre, le courant était extrêmement rapide dans les passes et susceptible d'entraîner et de rouler des blocs de 4 tonnes. Il suffisait donc, pour les maçonneries édifiées sur les îles, de les mettre à même de résister aux crues; pour celles qui devaient obstruer les passes, on a adopté le procédé suivant: on s'est d'abord efforcé de créer un bief à eaux relativement tranquilles à l'aide de barrages provisoires ou enrochements établis pour chaque passe à l'aval de l'emplacement de l'ouvrage définitif. Dans quelques-uns de ces barrages, on insérait de vieux rails et des barres de fer destinés à former liaison entre les pierres.

On employait, pour les travaux, des blocs de 1 à 12 tonnes; mais ils ne suffirent pas sur tous les points. Il fallut même en quelques endroits, pour résister à la violence du courant, immerger des wagons chargés de pierres, liées ensemble par des câbles d'acier, représentant un poids de plus de 25 tonnes chacun, et qui formaient une sorte de pile contre laquelle on pouvait ensuite jeter des pierres de moindre importance.

Les murs ainsi formés avaient 7 mètres environ de largeur en couronne, avec des fruits de $^1/_1$ et une hauteur maximum de 15 mètres;

(1) *The Nile Reservoir at Assuan*, Proceedings of the Institution of Civil Engineers, 1903.

Digitized by Google

comme ils n'affleuraient qu'à 5 mètres au-dessous du niveau des crues, ils laissaient écouler les eaux sans en être endommagés; une fois la crue passée, l'on pouvait constituer un batardeau étanche en amont, au moyen de sacs de sable. Les batardeaux construits en sacs de sable avaient de 5 à 8 mètres en couronne, des talus de 1 ½ sur 1, et une hauteur maximum de 18 mètres. On comptait à peu près quinze sacs par mètre cube : ils étaient amenés par voie ferrée sur le batardeau, puis on les déchargeait des wagons à dos d'homme; sur certains points, on les renforçait en longueur par des poutrelles qui les empêchaient d'être entraînés par le courant. Il devenait alors possible d'assurer l'étanchéité des enrochements d'aval par l'addition de sacs de sable

Ce dernier avait 13 mètres de largeur et en moyenne 7m 65 de hauteur au-dessus du fond. Il était établi à la cote 94m 50, qu'on considérait comme le maximum compatible avec l'écoulement des crues. Le pont de service était ainsi chaque année noyé pendant trois mois sous une hauteur d'eau de 4 à 5 mètres et devait résister à un courant extrêmement fort. A l'aval on avait jeté un autre pont portant également une voie ferrée et reposant sur les déblais de l'excavation. Enfin deux voies régnaient sur le batardeau aval. Les voies du premier pont étaient plus spécialement destinées au transport et à la mise en place par grues roulantes des grosses pierres de taille; la voie unique d'aval servait à l'approvisionnement des ciments et des pièces de petit

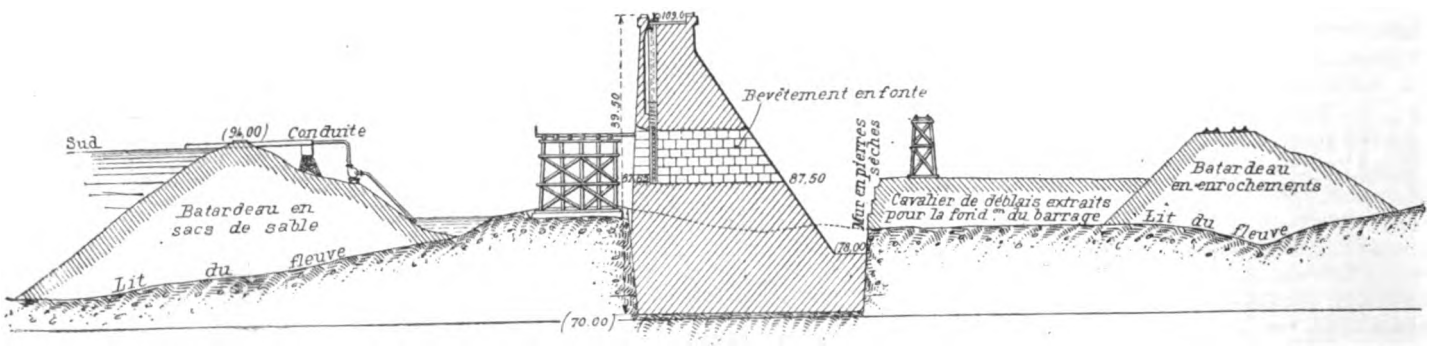


FIG. 10. — Coupe du barrage et des batardeaux dans la passe de Bab-el-Kébir.

et de travailler à l'épuisement de l'espace circonscrit par les ouvrages provisoires que nous venons d'indiquer.

Il y avait lieu de craindre que les rocs du fond ne présentassent des fissures plus ou moins nombreuses, donnant lieu à des infiltrations qu'il aurait été difficile d'arrêter sans l'emploi de l'air comprimé, ce qui aurait nécessité un surcroît considérable de dépenses. Il n'en fut rien, fort heureusement, et les installations ordinaires d'épuisement, avec des pompes centrifuges de 0m 240, suffirent à ce travail.

Par contre, on trouva sur un grand nombre de points, et particulièrement sur les fonds des passes, la surface du granit assez profondément décomposée, et l'on fut obligé de pratiquer, pour asseoir les fondations du barrage, des excavations beaucoup plus importantes

échantillon, pour le corps de la digue. Les voies du batardeau aval avaient servi à sa construction. Elles donnaient passage, soit aux wagons chargés de pierrailles de petit échantillon qu'on déversait dans les passes, soit à une grue roulante qui transportait les blocs de 4 à 12 tonnes, qu'on a dû, comme nous l'avons dit, employer sur certains points.

Pour l'exécution des fondations, on procédait de la manière suivante : lorsqu'on avait déblayé une longueur suffisante de rocher jugé convenable, on le nettoyait soigneusement et on y perçait au besoin quelques trous pour s'assurer de sa compacité. Toutes les fissures pouvant donner passage à des infiltrations étaient obturées aveo un coulis de ciment. On avait eu d'abord l'intention de les canaliser,

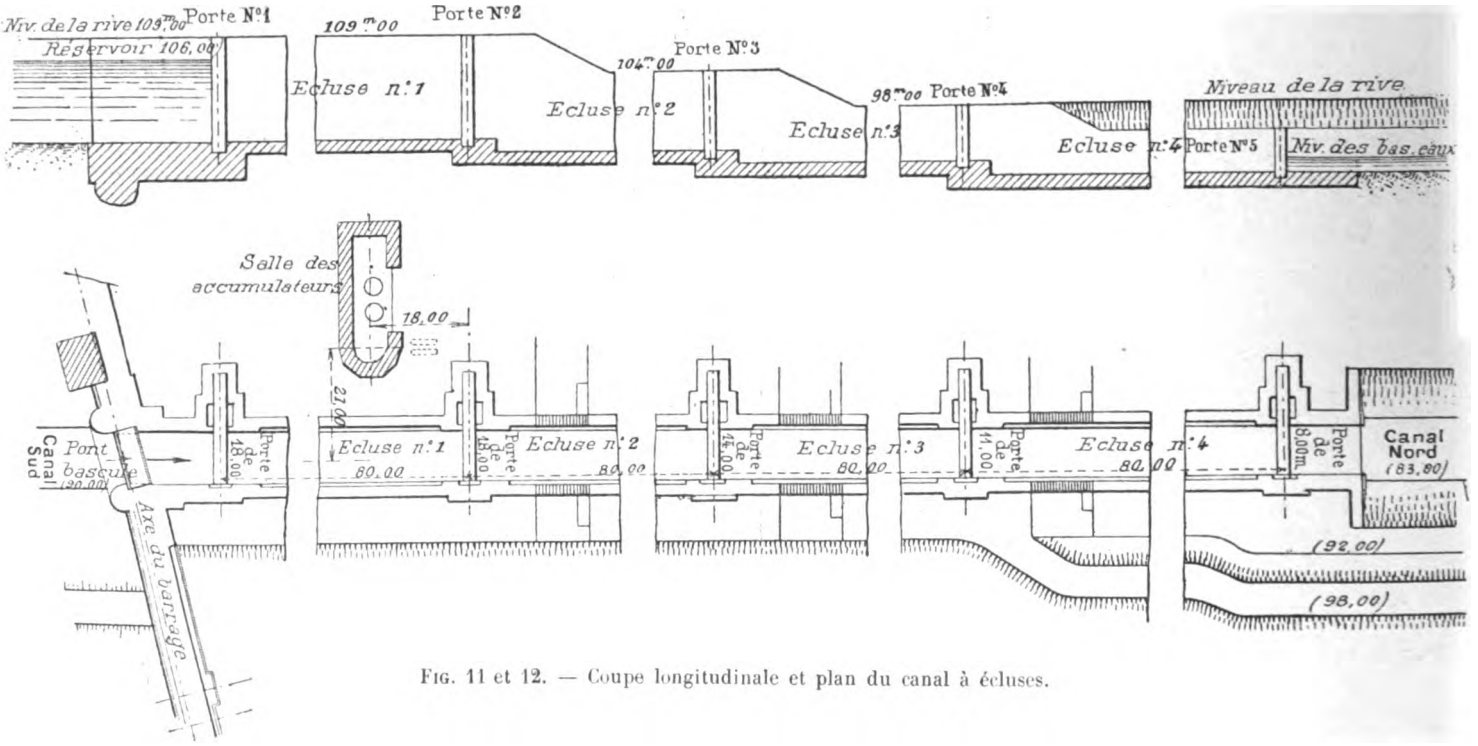


FIG. 11 et 12. — Coupe longitudinale et plan du canal à écluses.

qu'on ne l'avait supposé. La plus grande profondeur atteinte est de 12 mètres au-dessous des ouvertures inférieures.

D'après les prévisions de MM. John Aird et Cie, la première campagne (printemps de 1899, printemps de 1900) devait permettre de barrer de cette manière les trois premières passes en partant de la rive droite : ce programme put être exécuté et on aborda, grâce à la faible crue de 1899, le barrage de la passe centrale, dans la même campagne. Il ne resta ainsi à opérer dans la suivante que celui de la dernière passe, dite passe de l'Ouest.

La figure 10 donne le type d'installation des chantiers. A l'amont s'étendaient les batardeaux en sacs de sable dont nous avons parlé; puis on avait réuni les deux rives par une triple voie, qui, sur la moitié environ de sa longueur, était portée par un pont de service.

mais elles étaient en général si faibles que le premier mode d'étanchement a paru suffisant. La maçonnerie de fondation a été faite à base de mortier à 2 de sable pour 1 de ciment. Quand le rocher était à pic, comme dans les passes, on le taillait en crémaillères, et les pierres étaient, en outre, pourvues de queues insérées dans le roc compact. On prenait enfin un soin minutieux de maintenir la maçonnerie humide pendant plusieurs jours après la pose, pour être assuré de la prise du ciment. A cet effet, on la recouvrait de grandes bâches qu'on arrosait jour et nuit.

La maçonnerie de fondation, dont la première pierre avait été posée le 12 février 1899 par le duc de Connaught, fut achevée en août 1901. La production maximum a atteint 45 000 mètres cubes pour un travail de jour et de nuit pendant les trente jours du mois de juin 1900.

Digitized by Google

Le reste des maçonneries fut achevé pendant la campagne de 1901-1902.

Pour la mise en place des revêtements en fonte, M. Stokes, Ingénieur de la maison Ransomes et Rapier, a fait usage d'un matériel spécial. On posait d'abord les plaques inférieures sur le fond des ouvertures. La première rangée verticale était ensuite amenée sur une petite voie (fig. 6) par un lorry portant quatre plaques à la fois, et desservi par un mât de grue avec un appareil de levage. Les plaques une fois mises en place et boulonnées, le lorry revenait se charger en arrière. Lorsque la première rangée fut posée de chaque côté, on inséra les entretoises dont nous avons parlé, et on établit sur elles un petit plancher avec une voie qui permit d'employer le même matériel. Enfin les plaques de la voûte étaient apportées par le lorry comme celles du fond.

La pose des portes d'écluses n'a donné lieu à aucune main-d'œuvre particulièrement intéressante.

A la fin du mois d'octobre 1902, dès que la crue fut terminée et que le débit du Nil fut tombé à environ 2000 mètres cubes par seconde, on a fermé les vannes, et on a laissé se remplir le réservoir. L'ouvrage, ainsi que celui d'Assyout, a été inauguré le 10 décembre, en présence du Khédive et du duc de Connaught. Il a donc suffi de quatre ans et demi pour terminer ce gigantesque travail.

Les dépenses du barrage d'Assouan et du canal éclusé de navigation s'élèvent à 61 millions de francs.

Voici, d'autre part, les chiffres de détail qui concernent les travaux.

Terrassements	mètres cubes.	630 000
Maçonnerie de pierres de taille . . .	—	496 000
— de briques	—	7 000
— de moellons.	—	41 400
Portes des vannes de la digue. . . .	mètres carrés.	2 540
— des écluses du canal	—	530

Les prévisions de dépenses étaient de 37 500 000 francs; mais le volume des terrassements a été dépassé de 100 °/₀ et celui des maçonneries de 45 °/₀ à cause de l'inégalité des sols de fondation.

Les ouvrages d'Assouan ont été édifiés par feu M. W. J. Wilson, qui avait succédé à M. Willcocks comme directeur général des réservoirs, et après sa mort, survenue en 1900, par M. A. L. Webb, assisté de Sir Benjamin Baker, comme Ingénieur-Conseil. Les entrepreneurs pour les maçonneries et les terrassements étaient MM. John Aird et Cie, et, pour la partie métallique, MM. Ransomes et Rapier.

Les travaux que nous venons de décrire font grand honneur aux Ingénieurs qui les ont conçus et exécutés, ainsi qu'aux entrepreneurs qui sont parvenus à gagner d'aussi longs délais sur ceux qui leur étaient impartis.

On n'est pas, toutefois, sans quelque inquiétude sur certains points : ainsi que sir Benjamin Baker l'exprimait, dans la discussion qui a suivi la lecture du mémoire de M. Fitzmaurice à l'Institution of Civil Engineers, on n'est pas absolument assuré contre la possibilité des envasements; on peut encore craindre la projection contre les vannes, de pierres laissées dans le lit du fleuve, puis, crainte beaucoup plus grave à notre avis, l'effet que déterminera dans la partie aval du lit l'effroyable courant auquel donneront lieu les vannes débitant à gueule bée pendant la crue. Il reste à souhaiter que ces éventualités ne se produisent pas, et que ces gigantesques travaux donnent leur plein effet pour l'extension des cultures d'été et la mise en valeur de toutes les terres d'Égypte, que le défaut ou l'insuffisance d'irrigation laissait dans l'état de stérilité.

Monuments de l'île de Philæ. — En terminant, nous croyons de quelque intérêt d'indiquer les travaux qu'on a exécutés pour consolider les édifices submergés quand le réservoir est plein. Les eaux atteignent alors, comme nous l'avons dit, la cote 106 mètres, et les temples de l'île de Philæ, à l'exception de celui d'Isis, sont submergés sous une couche d'eau qui varie de 2 à 4 mètres, suivant les cas. La figure 13 montre la situation des temples au moment du remplissage du réservoir. Pour éviter leur ruine totale, Sir Benjamin Baker avait proposé, comme nous l'avons dit, de les relever en masse, et M. Willcocks, de les transporter en bloc sur quelque point voisin d'un niveau supérieur. On a préféré en renforcer les fondations par une reprise en sous-œuvre.

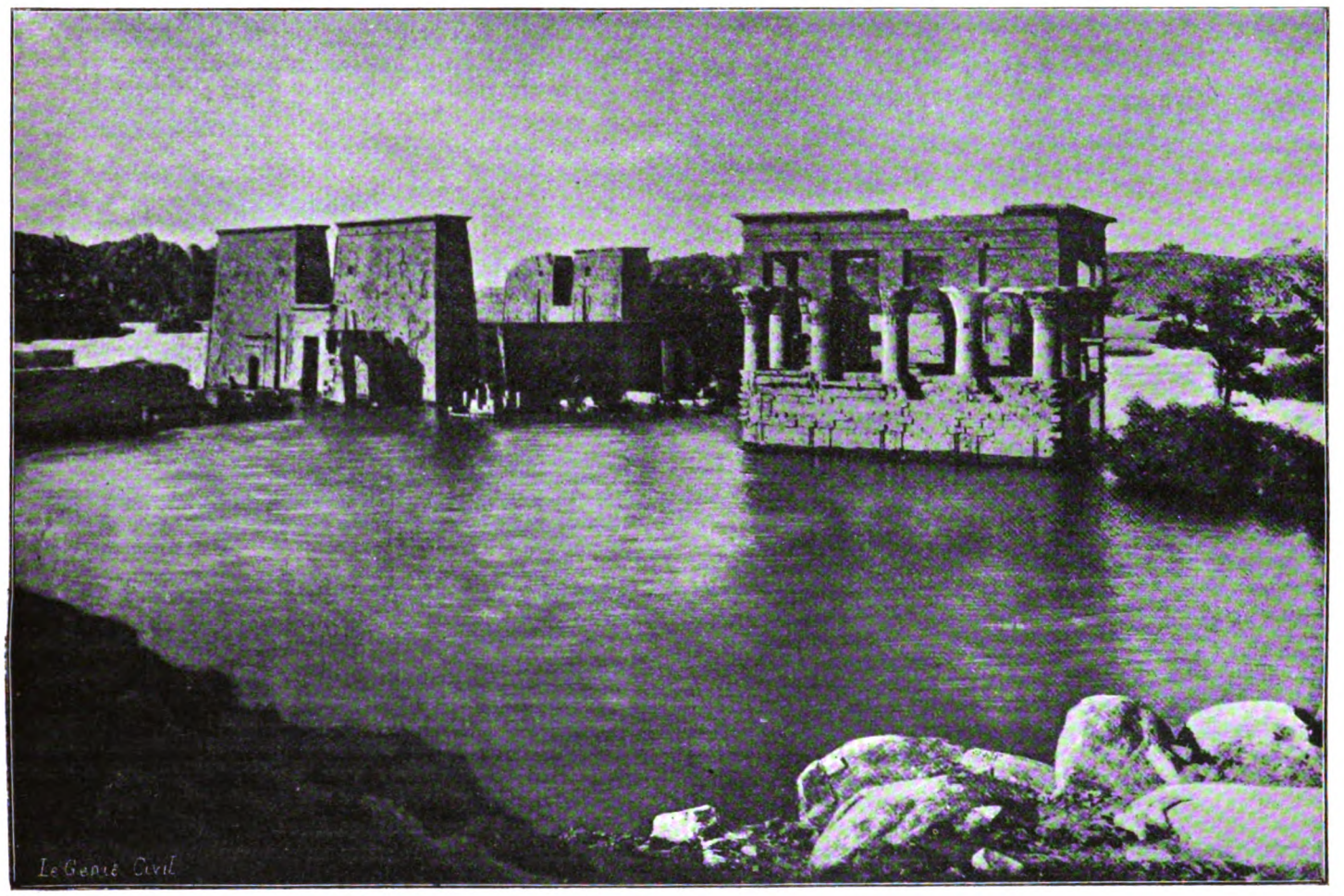


FIG. 13. — Vue des temples de l'île de Philæ après le remplissage du réservoir.

Il fallait, tout d'abord, s'assurer de leur état et de la qualité du sol. On savait que le temple d'Isis était fondé sur le roc, et que les grands pylônes étaient portés par de massives fondations pénétrant dans la vase du Nil jusqu'à la cote 101m 50, mais on n'avait que des conjectures assez vagues sur les profondeurs auxquelles étaient fondés les autres bâtiments et sur la constitution du sol qui les portait.

Le travail d'exploration, commencé en avril 1901, comporta le creusement de cinquante-six puits et de nombreuses tranchées et galeries, qui tous furent étayés avec soin en même temps que l'on étrésillonnait les superstructures. Il dura trois mois, pendant lesquels on déblaya environ 690 mètres cubes. Les diamètres des puits variaient entre 1 mètre et 1m 30 : ils furent en général poussés jusqu'à la profondeur de 13 mètres, à laquelle on trouva le roc.

Digitized by Google

La colonnade de l'est (fig. 14) reposait sur une fondation en maçonnerie à peu près continue, d'environ 2m 50 de largeur, et descendait en moyenne à la cote 100m 60; mais le mur qui venait en arrière et qui supportait les extrémités des linteaux avait 1 mètre de moins en profondeur. En aucun point il n'atteignait le roc, dont les affleurements varient de la cote 91m 50 à l'extrémité nord de l'île, à la cote 98 mètres à l'extrémité sud. L'intervalle entre le niveau inférieur des maçonneries et le roc était rempli par des alluvions du Nil, vase à la partie supérieure et sable fin au-dessous.

La colonnade de l'ouest est édifiée dans de meilleures conditions : on la trouva renforcée par des contreforts de 1m 80 d'épaisseur, espacés de 3 en 3 mètres, et dont plusieurs étaient poussés jusqu'au roc. La colonnade reposait sur ces contreforts par l'intermédiaire de bandeaux d'une seule pièce, mais dont la plupart étaient rompus par l'énorme poids qu'ils avaient à supporter et par les affouillements survenus dans le sol entre les contreforts.

Les fondations du temple de Trajan, plus connu sous le nom de Lit de Pharaon, descendaient à la cote 100m 60, et présentaient une largeur de 4 mètres sur presque toute leur surface. Le niveau du roc, à ce point, est à 90 mètres sur la façade de l'édifice, et s'élève en pente douce jusqu'à la cote 95m 10. Les puits d'exploration révélèrent la présence de quelques anciens murs de fondation dont les superstructures n'existent plus.

Le temple de Nectanébo présentait un mode de construction singulier. Les murs de fondation étaient descendus jusqu'au roc, mais la superstructure était placée en porte à faux sur d'énormes bandeaux, qui s'étaient d'ailleurs, pour la plupart, rompus, comme à la colonnade

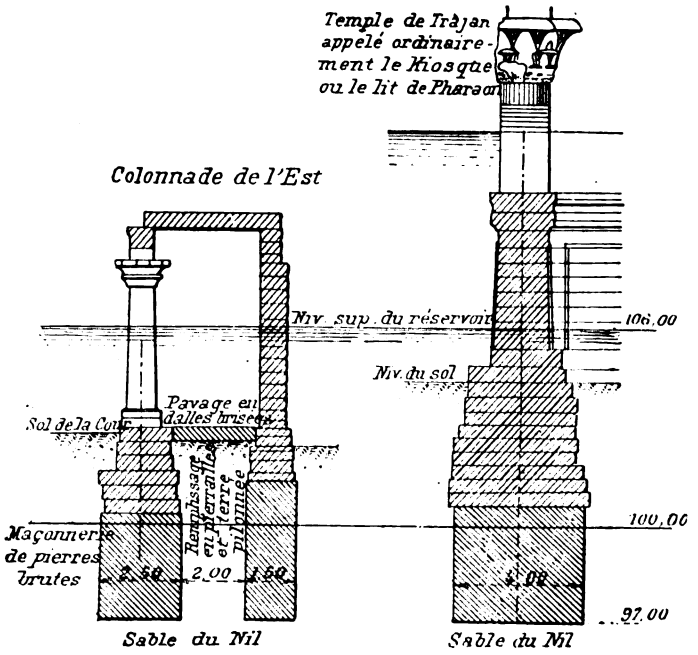


FIG. 14 et 15. — Reprise en sous-œuvre des fondations des temples de Philæ.

de l'ouest, sous l'influence du poids qu'ils avaient à supporter et des tassements du sol. Les autres temples furent également examinés, mais leur état était moins précaire; on décida néanmoins de les consolider comme les précédents. On trouva heureusement sur place, dans le village Copte établi sur l'île, une grande quantité de blocs de grès qu'on put employer aux travaux sans être obligé d'apporter la pierre du rivage.

On commença par la colonnade de l'ouest. On ouvrit sur sa face orientale une tranchée avec des largeurs correspondant aux intervalles entre les contreforts. Sous les bandeaux rompus, on passa des poutrelles en acier laminé de 0m 35 de hauteur et pesant 80 kilogr. au mètre courant. Elles sont disposées par deux côte à côte, leurs extrémités reposant dans des logements pratiqués dans les contreforts. Ces poutrelles ont été noyées dans une maçonnerie de pierres brutes à bain de mortier dont les vides ont été remplis avec soin par un coulis de ciment, de manière à préserver les fers du contact de l'eau. On aurait sans doute atteint plus sûrement cet objet en employant un béton à pierres cassées, mais on a probablement préféré prendre les moellons tout prêts que l'on avait sous la main. La hauteur totale de cette maçonnerie est de 1m 57, ce qui assure à la colonnade une fondation solide.

Le même système a été appliqué au temple d'Isis; mais pour le « Lit de Pharaon », il a fallu recourir à des mesures spéciales. La résistance que pouvaient offrir les fondations n'a pas, en effet, été jugée suffisante pour permettre un travail continu de reprise en sous-œuvre. On a donc dû, à partir de la cote 100m 60, jusqu'à la cote 97 mètres, procéder à la construction d'un mur nouveau au-dessous de l'ancien. Le puits d'attaque était foncé à l'intérieur avec un diamètre de 1m 20 et une profondeur de 7m 45, et fortement étayé, puis prolongé par une galerie percée sous l'ancien mur. Celui-ci était temporairement supporté par des chandelles en pin de 0m 30 × 0m 20 solidement coincées et reliées à la voûte par des madriers de 0m 25 × 0m 175. La maçonnerie est en pierres brutes et a été poussée jusqu'à 3m 40, sur 4 mètres d'épaisseur.

On a procédé de même pour la colonnade de l'est et son mur. Mais les puits étaient foncés entre les colonnes et le mur d'arrière, et servaient de départ à des galeries poussées de chaque côté. La maçonnerie qui supporte les colonnes a 2m 50 d'épaisseur, et celle qui est en arrière du mur, 1m 50. L'intervalle de 2 mètres qui s'étendait entre les colonnes et le mur a été comblé avec un mélange de terre et de pierrailles soigneusement pilonné.

Les autres monuments repris en sous-œuvre sont le Mamaniseum, dont les puits d'accès ont été foncés au dehors pour ne pas détériorer le pavage encore existant à l'intérieur, le temple de Hathor, et la colonnade et les chambres de la cour antérieure du temple d'Isis : pour chacun de ces bâtiments, on a poussé la maçonnerie jusqu'à la cote 97 mètres.

Puissent ces travaux, qui assurent à ces magnifiques ruines des fondations incontestablement supérieures aux anciennes, leur permettre de résister aux remous inévitables qu'entraînera la mise en eau et la décharge du réservoir, et à l'action intermittente de la sécheresse et de l'humidité que nécessitera son fonctionnement !

G. RICHOU,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

AUTOMOBILES

ÉTUDE DU DÉRAPAGE DES AUTOMOBILES

La Commission technique de l'Automobile Club de France, appelée à rédiger le programme d'un *Concours international d'Antidérapants*, a tenu à bien connaître les conditions théoriques dans lesquelles pouvait se produire le *dérapage*.

M. Carlo BOURLET, docteur ès sciences, et M. J. RÉSAL, professeur de mécanique appliquée à l'École des Ponts et Chaussées, ont bien voulu étudier cette question.

Le travail de M. Bourlet a été lu au Congrès international de l'Automobile, tenu au mois de juin dernier (1). Nous sommes heureux de pouvoir offrir aujourd'hui, aux lecteurs du *Génie Civil*, la théorie de M. J. Résal dont le nom est attaché, comme on le sait, à la construction du pont Mirabeau et du pont Alexandre III.

(N. D. L. R.)

ÉNONCÉ DU PROBLÈME. — Considérons un véhicule automobile en marche.

Il est sollicité par un certain nombre de forces extérieures, savoir

La pesanteur ;

Les réactions du sol sur ses quatre roues ;

La résistance de l'air et la pression du vent ;

Les impulsions de toute nature résultant des chocs accidentels, dont les effets sont assimilables à ceux de forces agissant avec une grande puissance pendant un temps très court.

Ces forces extérieures font équilibre :

Aux forces d'inertie relatives au mouvement général du véhicule, considéré comme un solide invariable ;

Aux forces d'inertie correspondant aux mouvements relatifs des différentes parties de la voiture, dont les positions mutuelles se modifient pendant la marche : déplacement de la caisse par rapport au châssis, en raison de la flexibilité des ressorts qui peuvent être intercalés entre eux ; rotation des roues porteuses, des roues et poulies du moteur ; mouvements alternatifs des pièces du mécanisme, etc. Il faut également faire entrer en ligne de compte les modifications que peut subir le chargement de l'automobile : soubresauts des voyageurs, chute de l'un d'eux, et, d'une manière générale, tous les incidents susceptibles de provoquer un déplacement instantané ou rapide du centre de gravité de la masse totale ;

A la force correspondant à la résistance passive du véhicule au roulement. Cette force, qui fait équilibre aux forces extérieures quand l'automobile est à l'arrêt, varie avec l'état de la chaussée, la propreté du véhicule et de son mécanisme, la vitesse de marche, la position du mécanisme moteur et des freins, etc. On peut la considérer, avec une exactitude suffisante, comme une force retardatrice dirigée suivant la tangente à la courbe décrite par le centre de gravité du véhicule en marche. Elle n'a pas d'influence sensible sur le dérapage. Nous la laisserons donc de côté, en signalant simplement qu'elle doit être retranchée de la résultante des forces extérieures A, dont il sera parlé ci-après.

Nous laisserons également de côté les forces d'inertie relatives aux déplacements mutuels des éléments de la voiture, que l'on s'attache, d'ailleurs, à atténuer le plus possible. Nous signalerons, toutefois,

(1) *Bulletin de l'Association Automobile*, numéros de juillet, août et septembre 1903.

Digitized by Google

qu'elles sont nuisibles à la stabilité, surtout celles qui correspondent à des mouvements alternatifs de pièces lourdes. Si elles ne sont pas susceptibles de déterminer, à elles seules, un dérapage, elles peuvent le déclencher, quand la voiture est en état d'équilibre strict, et que la moindre impulsion peut provoquer le patinage des roues.

En définitive, nous traiterons le problème comme si l'automobile était un solide invariable. Cette convention posée, on se rend compte qu'il suffira de connaître les forces extérieures appliquées au véhicule en marche pour en déduire, par la résolution pure et simple d'équations d'équilibre, les forces d'inertie, et, par conséquent, pour déterminer les conditions cinématiques du mouvement.

Résultantes des forces extérieures. — Les forces extérieures appliquées au véhicule peuvent être remplacées par trois résultantes passant par son centre de gravité G, et par trois couples résultants situés dans des plans également menés par le point G (fig. 1).

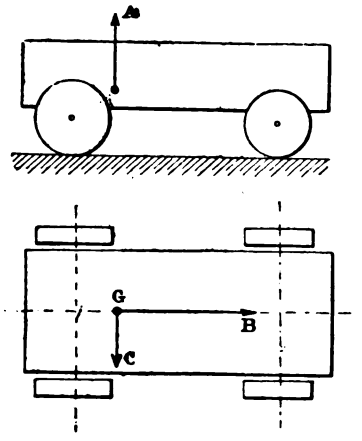


Fig. 1.

Les trois résultantes A, B et C seront dirigées suivant :

La perpendiculaire au plan d'appui, renfermant les quatre points de contact des roues et du sol ; si la route est horizontale, la force A est verticale ;

L'axe longitudinal de l'automobile, parallèle au plan d'appui et tangent à la trajectoire du centre de gravité, en tant que le véhicule roule sans déplacement latéral de ses roues par glissement ;

L'axe transversal parallèle au plan d'appui et passant par le centre de courbure de la trajectoire.

Ces trois directions sont rectangulaires entre elles.

Les trois couples X, Y et Z seront respectivement dans des plans perpendiculaires aux directions A, B, C précédemment définies, qui sont leurs axes.

Les forces d'inertie, équilibrant ces six résultantes des forces extérieures, correspondent aux mouvements suivants :

Force A. — Soulèvement par translation du véhicule. Si cette force est positive, le véhicule s'élève au-dessus du sol, les quatre roues cessant simultanément de porter sur la chaussée. Si cette force est négative, le véhicule tombe ;

Force B. — Force de progression. Suivant que cette force est positive, nulle ou négative, la vitesse de l'automobile s'accélère (par la propulsion du moteur), demeure constante (sauf la perte due aux résistances passives), ou se ralentit (par l'effet du freinage) ;

Force C. — Déplacement transversal. Cette force équilibre la force centrifuge, si le centre de gravité de l'automobile décrit une trajectoire courbe. Quand il n'y a pas égalité entre cette résultante C et la force centrifuge, la différence détermine un déplacement transversal du véhicule par glissement simultané et égal des quatre roues ;

Couple X. — Couple de lacet, ou de dérapage. Il fait tourner le véhicule autour de l'axe A, perpendiculaire à la base d'appui, et, par conséquent, dirigé sensiblement suivant la verticale ;

Couple Y. — Couple de roulis, ou de renversement sur le côté. Ce couple fait verser le véhicule par rotation autour des points de contact avec le sol de deux roues consécutives ;

Couple Z. — Couple de galop, ou de renversement par l'avant ou l'arrière. La voiture fait panache en pivotant autour des points d'appui de deux roues fixées sur le même essieu, soit à l'avant, soit à l'arrière.

Réactions du sol sur les roues. — La réaction exercée par le sol sur une roue est une force qui passe par son point de contact avec la chaussée. Nous la décomposerons en trois autres, p, r et s, respectivement parallèles aux directions A, B et C.

Force p. — Cette force, normale au plan d'appui, a une direction sensiblement verticale. Soit P le poids du véhicule. La force p ne peut être négative, et sa valeur est susceptible de varier entre zéro, quand la roue se soulève de terre, et P quand elle appuie seule sur la chaussée, les trois autres étant en l'air. La valeur moyenne de p est $\frac{P}{4}$.

Force r. — Cette force, parallèle à B, est généralement nulle ou négligeable pour les roues libres, que n'actionne ni le moteur, ni le frein.

Pour une roue motrice, elle est positive quand le moteur est embrayé, et négative quand le frein est serré.

Force s. — Cette force est parallèle à C. Elle s'oppose au glissement transversal de la roue.

Si nous désignons par f le coefficient de frottement de glissement de la roue sur la chaussée, les deux réactions tangentielles r et s sont liées à la réaction normale p par la relation de condition :

$$r^2 + s^2 \leqslant f^2p^2.$$

D'où :
$$r \leqslant \pm \sqrt{f^2p^2 - s^2},$$
$$s \leqslant \pm \sqrt{f^2p^2 - r^2}.$$

M. Carlo Bourlet a constaté que, sur un sol uni et sec, le coefficient f est, pour les bandages pneumatiques, toujours supérieur à 0,3. Nous ne connaissons aucun résultat d'expérience relatif aux valeurs extrêmes, minimum et maximum, qu'il peut atteindre. Nous supposerons, pour fixer les idées, que, sur un sol uni et gras, il peut s'abaisser jusqu'à 0,10, tandis que dans les circonstances les plus favorables, il peut s'élever, pour un sol sec et raboteux, jusqu'à 0,60. C'est là une simple conjecture dont nous ne garantissons nullement le bien fondé.

Ces données numériques sont relatives au coefficient de frottement au départ, c'est-à-dire au moment où il n'y a pas encore déplacement mutuel des surfaces en contact. Dès que le glissement se manifeste, on sait, par expérience, que le coefficient f diminue immédiatement d'une manière très sensible. Sa valeur, *qui est d'autant plus petite que la vitesse relative des surfaces en contact est plus grande*, peut descendre à la moitié, et peut-être même à une fraction moindre de sa valeur initiale.

De sorte que lorsqu'on a réussi, en exerçant l'effort nécessaire, à faire glisser un corps sur sa base d'appui, on peut le maintenir en mouvement, et même augmenter la vitesse de son déplacement, avec un effort moindre, qui est d'autant plus réduit que la vitesse imprimée est plus grande.

Étude du patinage ou du dérapage d'une roue. — Considérons, tout d'abord, une roue libre. La réaction tangentielle r, située dans le plan de la roue, est nulle ou insignifiante. Le glissement de la roue ne peut donc avoir lieu que si la réaction tangentielle s, perpendiculaire au plan de la jante, atteint et tend à dépasser la limite fp.

C'est ce qui arrive si, f et p restant constants, la réaction s éprouve un accroissement suffisant ; si, f et s demeurant invariables, la charge p portée par la roue vient à diminuer de façon notable, en se rapprochant de zéro ; si enfin, p et s étant invariables, le coefficient f s'abaisse, parce que le sol, primitivement sec, devient gras et glissant.

Si la force s est voisine de sa limite fp, l'incident peut être provoqué par un choc léger, par une manœuvre du chauffeur (changement de vitesse, freinage, virage), par un déplacement brusque du chargement de l'automobile, qui modifie la répartition du poids entre les roues, etc

Les forces d'inertie dues aux mouvements alternatifs des pièces du mécanisme, qui donnent lieu à des oscillations verticales, longitudinales et transversales du centre de gravité du véhicule, peuvent, malgré leur faible importance, amener un déclenchement en déterminant, pendant un temps très court, un accroissement suffisant de la force s, ou une réduction équivalente de la réaction verticale p. Dès que la roue commence à glisser sur sa base d'appui, le coefficient de frottement f éprouve une diminution instantanée, qui s'accentue au fur et à mesure que la vitesse du glissement devient plus grande.

Ainsi, le dérapage ne s'arrête de lui-même que si l'action transversale, qui en a été la cause, cesse d'agir immédiatement (comme dans le cas d'un choc) ou s'atténue très rapidement, en se réduisant, par exemple, à la moitié de la valeur maximum qui correspondait au début du glissement. *Si cette force demeure constante, ou si elle ne décroît que lentement*, le déplacement transversal de la roue se poursuivra *avec une vitesse croissante, puisque la résistance au dérapage* fp *ira elle-même en s'abaissant.*

Considérons maintenant une roue actionnée par le moteur ou par le frein. La force r n'est plus négligeable. Elle varie entre une limite positive + R, correspondant à la poussée maximum que le moteur, agissant avec toute sa puissance, peut exercer sur le sol, et une limite négative — R', correspondant à l'effort retardateur maximum que peut fournir le frein serré à fond.

Chacune de ces valeurs extrêmes de r doit être inférieure à la résistance au glissement fp, sans quoi la roue patinerait, c'est-à-dire tournerait sans avancer, dans le cas de marche accélérée, ou bien se calerait sur le frein et glisserait sur le sol, dans la seconde hypothèse.

Admettons, en conséquence, que, r étant compris entre les limites $+ fp$ et $- fp$, la réaction transversale s soit nulle : il est bien évident qu'il ne pourra y avoir glissement de la roue dans la direction perpendiculaire à son plan.

Mais si cette réaction s croît à partir de zéro, positivement ou négativement, la valeur limite qu'elle pourra atteindre avant le dérapage ne sera plus $\pm fp$, comme dans le cas de la roue libre, mais bien $\pm \sqrt{f^2p^2 - r^2}$.

Si l'action longitudinale r est très voisine de fp, il suffira d'une très légère action transversale pour faire glisser la roue.

Nous en concluons que, dans un véhicule en marche, le dérapage peut se produire indifféremment sur l'essieu libre ou sur l'essieu

Digitized by Google

moteur et freiné, quand l'automobile se déplace en vertu de sa vitesse acquise. Mais ce phénomène se manifestera de préférence sur l'essieu moteur ou freiné quand on embrayera le moteur, ou quand on serrera le frein. Le risque de glissement sera d'autant plus grand que le moteur ou le frein agira avec plus de puissance.

Il serait facile de vérifier expérimentalement cette assertion. Supposons que l'on relie deux automobiles par un câble d'attelage accroché à chacun d'eux par la verticale de son centre de gravité; puis, que l'on fasse circuler le train ainsi constitué, en embrayant le moteur de l'automobile de tête et serrant le frein de l'automobile d'arrière, sur une piste, à sol uni et légèrement glissant, qui présente une déclivité transversale prononcée et croissante. On devra constater :

1° Qu'à un moment donné l'accroissement graduel de la déclivité transversale déterminera le dérapage d'un essieu; que, si les deux véhicules sont identiques, l'essieu qui glissera sur le plan incliné sera l'essieu freiné, c'est-à-dire le second essieu de l'automobile d'arrière. En augmentant convenablement avec du lest la charge de cet essieu, on accroîtra sa résistance au dérapage; ce sera alors l'essieu moteur, de l'automobile de tête, qui glissera sur la piste;

2° Que la pente transversale nécessaire pour provoquer le dérapage, soit de l'essieu freiné, soit de l'essieu moteur, sera d'autant plus faible que le freinage sera plus énergique, et que, par suite, l'effort de propulsion du moteur sera plus considérable.

Telle est l'explication de ce fait que le dérapage se constate, le plus souvent, sur l'essieu moteur ou freiné, quand le moteur agit avec toute sa puissance, ou quand le frein est serré à fond. Nous signalerons ci-après que, par suite d'une circonstance particulière, le risque est plus grand avec l'essieu freiné qu'avec l'essieu actionné, en raison de ce que la réaction normale p, et, par suite, la limite supérieure fp de la réaction transversale, sont plus élevées dans le premier cas que dans le second.

Cette première étude nous conduit donc aux conclusions suivantes :

Si, avec un véhicule marchant en vertu de sa vitesse acquise, le dérapage peut indifféremment se produire, sous l'influence d'une poussée latérale, permanente ou accidentelle, sur l'essieu d'avant à roues libres, ou sur l'essieu d'arrière à roues motrices ou freinées, ce phénomène se manifestera presque toujours sur le second essieu, si le moteur est embrayé ou si les freins sont serrés.

Toutes les fois que l'on redoutera un dérapage, la première mesure à prendre consistera à débrayer le moteur, ou à desserrer les freins.

En second lieu, le dérapage une fois commencé ne s'arrête que s'il est dû uniquement à un choc : la réaction transversale s, après avoir dépassé, pendant un temps très court, la limite $\sqrt{f^2p^2 - r^2}$, tombe immédiatement à zéro, et le glissement cesse, quelque petit que soit f, si l'on a pris la précaution d'annuler r, en débrayant le moteur ou desserrant les freins. Mais si, après le choc initial qui a provoqué le dérapage, l'action transversale s conserve une valeur assez élevée, quoique inférieure à la limite au départ fp (pression du vent, force centrifuge, composante du poids suivant la pente du terrain), le dérapage se poursuivra avec une vitesse croissante, par suite de la réduction éprouvée par le coefficient de frottement f. Comme nous le verrons ci-après, le mouvement de rotation autour d'un axe vertical pourra ne s'arrêter qu'au moment où le véhicule versera. C'est la conséquence presque inévitable du dérapage, si l'arrière-train s'est écarté notablement de la direction suivie par l'automobile dans une marche en avant très rapide.

CONDITIONS D'ÉQUILIBRE D'UN VÉHICULE AUTOMOBILE ROULANT SUR UN TERRAIN HORIZONTAL ET UNI, ET SOUSTRAIT A L'ACTION DE TOUTE FORCE EXTÉRIEURE, A L'EXCEPTION DE LA PESANTEUR ET DES RÉACTIONS DU SOL. — Nous attribuerons aux roues d'avant les numéros d'ordre 1 et 2, et aux roues d'arrière les numéros 3 et 4. Nous distinguerons par les mêmes indices les réactions du sol p, r et s, relatives à chacune d'elles.

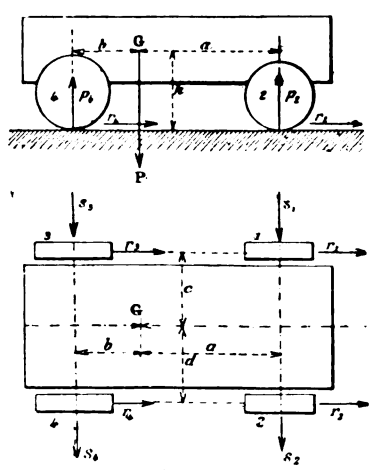


FIG. 2.

Soient : h la hauteur du centre de gravité G du véhicule au-dessus de sa base d'appui, supposée horizontale; a et b les distances horizontales de ce point G aux plans verticaux passant par les points de contact des roues d'avant 1 et 2, et des roues d'arrière 3 et 4; c et d les distances horizontales aux plans verticaux, supposés parallèles, qui passent par les points de contact des roues de gauche 1 et 3, et des roues de droite 2 et 4 (fig. 2).

Les résultantes des forces extérieures ont, en vertu de l'énoncé du problème traité, les expressions algébriques suivantes :

$$A = -P + p_1 + p_2 + p_3 + p_4;$$
$$B = r_1 + r_2 + r_3 + r_4;$$
$$C = s_1 + s_2 + s_3 + s_4;$$
$$X = (r_1 + r_3)\,c - (r_2 + r_4)\,d + (s_1 + s_2)\,a - (s_3 + s_4)\,b;$$
$$Y = (p_1 + p_3)\,c - (p_2 + p_4)\,d - (s_1 + s_2 + s_3 + s_4)\,h;$$
$$Z = (p_1 + p_2)\,a - (p_3 + p_4)\,b + (r_1 + r_2 + r_3 + r_4)\,h.$$

Ces formules sont absolument générales.

Dans les cas de la pratique, on pourra, le plus souvent, les simplifier. Par exemple, la distance c diffère peu ou point de la distance d, si l'on s'attache à disposer le chargement de façon symétrique, et le centre de gravité est alors dans le plan vertical qui passe par les milieux des deux essieux.

D'autre part, si les roues d'avant sont libres, ce qui est le cas le plus fréquent, la résultante des réactions s et r est perpendiculaire au plan de la jante de chacune d'elles. Il en résulte que, sauf le cas de virage très court, où ce plan peut avoir une obliquité notable sur l'axe longitudinal de la voiture, les réactions s_1 et s_2 sont toujours très petites et négligeables.

Dans le cas d'un véhicule en marche normale, sans dérapage ni renversement, soulèvement vertical ou glissement transversal, les couples X, Y et Z sont nuls, ainsi que la force A.

Si le véhicule se déplace en vertu de sa vitesse acquise, la force B, qui correspond à l'accélération de vitesse, est nulle.

Enfin, si la route suivie est droite, la force C, qui est la force centrifuge, est également nulle.

Connaissant l'accélération et la force centrifuge, qui définissent le moment de l'automobile, on en pourra déduire les réactions du sol.

Le problème peut sembler tout à fait indéterminé, puisque l'on n'a que six équations entre douze inconnues. Mais, en réalité, ce nombre de douze n'est qu'apparent. Tout d'abord, les réactions s et r, étant toujours additionnées deux à deux, ne comportent que quatre inconnues, au lieu de huit : $r_1 + r_3$, $r_2 + r_4$, $s_1 + s_2$, et $s_3 + s_4$. Si les roues d'avant sont libres, $r_1 + r_3$ est nul. Restent sept inconnues entre six équations.

Cette indétermination du problème provient de ce que le véhicule a quatre points d'appui sur le sol, alors que trois suffisent pour l'équilibre statique. On fera disparaître l'indétermination en admettant que le véhicule à l'arrêt, ou animé d'un mouvement uniforme, exerce sur ses points d'appui les réactions p_1, p_2, p_3 et p_4 satisfaisant aux équations de condition :

$$\frac{p_1}{bd} = \frac{p_2}{bc} = \frac{p_3}{ad} = \frac{p_4}{ac} = \frac{P}{(a+b)(c+d)}.$$

C'est là une question de répartition de la charge entre les roues, qui suppose le réglage des boîtes d'essieu convenablement fait par le constructeur.

J. RÉSAL,
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

(A suivre.)

CONSTRUCTION DES MACHINES

APPAREIL POUR LA MISE EN FORME des enroulements de dynamos.

Les sections d'enroulement des induits-tambours des dynamos, sont très fréquemment enroulées sur un mandrin spécial et mises ensuite en place sur l'induit. Cette construction présente sur l'enroulement direct les avantages bien connus de symétrie, et de facilité de réparation.

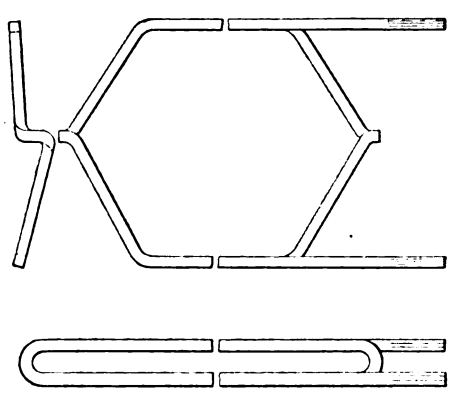


FIG. 1 et 2. — Vue d'une section d'induit avant et après sa mise en forme.

La fabrication de la section se fait, en général, en deux opérations : elle est d'abord enroulée à plat, puis mise en forme sur un mandrin approprié. Les figures 1 et 2 montrent ainsi une section avant et après sa mise en forme. Les figures 3 et 4 la montrent en position sur un induit denté.

Digitized by Google

L'appareil ci-dessous (fig. 5 et 6), décrit par l'*American Machinist*, est disposé de façon à servir pour la mise en forme de sections de diverses dimensions.

Il se compose d'un socle en fonte S, sur lequel se trouve boulonné un support A; un cadre C est articulé sur ce support, par l'intermédiaire de l'axe B. Quatre mâchoires en laiton MM' sont fixées, à l'aide de clavettes et de vis de pression, aux arbres D, E, dont l'un est monté sur le support A et l'autre sur le cadre C, et des pièces de fixation F,G, servent à maintenir l'enroulement sur ces mâchoires.

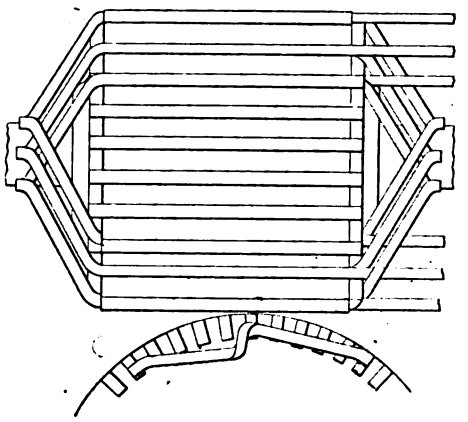


FIG. 3 et 4. — Montage des sections sur un induit denté.

Un second cadre, mobile autour de l'axe B, se trouve formé par les bras H et la règle en acier J, sur laquelle peuvent glisser des pièces de fixation K, L, servant à retenir l'enroulement, à l'aide de clavettes N. Une butée R (fig. 6), limite la course de ces pièces. Le cadre mobile C est muni d'un manche T servant à le déplacer, et permettant d'exercer un effort suffisant sur la section qu'il s'agit de mettre en forme.

On voit que les différentes parties de l'appareil sont pourvues de moyens de réglage; l'écartement des mâchoires M se règle à l'aide de la vis V, à pas droit et gauche; la position des deux systèmes de fixation peut être variée en tournant les arbres D, E, dans leurs supports.

L'opération de la mise en forme s'effectue de la façon suivante : l'appareil étant réglé, et la pièce de butée R, fixée à la règle J, étant

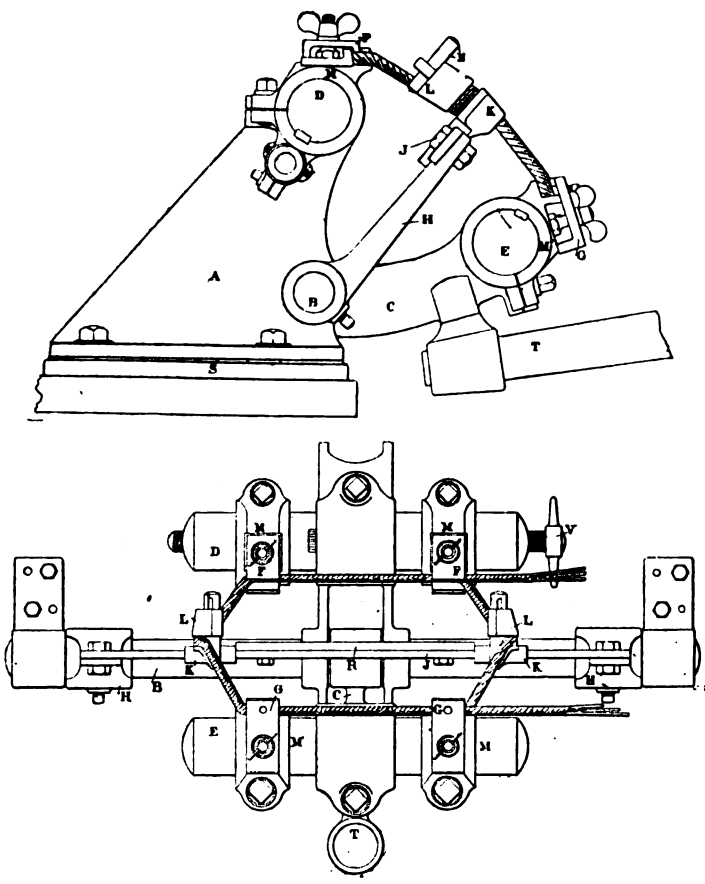


FIG. 5 et 6. — Élévation et vue de côté d'une machine à mettre en forme les enroulements de dynamos.

de longueur convenable, on monte la section dans les mâchoires MM'. On engage alors ses extrémités dans les pièces mobiles K, L, et on les y fixe à l'aide des clavettes N. Il suffit d'appuyer sur le manche T pour que la bobine prenne sa forme, les pièces K et L venant au contact de la butée R. On desserre ensuite les mâchoires pour en sortir la section, prête à être montée sur l'induit.

Une division sur les arbres D et E facilite le réglage de l'angle des mâchoires à la valeur que lui assigne le schéma du bobinage. Quant aux pièces K et L, on les change suivant les besoins, de façon à amener le milieu de la section à la hauteur voulue.

ÉLECTRICITÉ

SYSTÈME ÉLECTROPNEUMATIQUE DE TRACTION
à courant alternatif simple.

Les avantages du courant alternatif simple, pour la traction des trains, peuvent se résumer en deux mots :

Comme *alternatif* d'abord, il donne la faculté d'employer des tensions très élevées pour la transmission de l'énergie à distance, et des tensions moindres pour les moteurs;

Comme courant alternatif *simple*, il évite les graves difficultés rencontrées dans la construction des lignes de traction pour moteurs triphasés : en effet, la nécessité de deux fils aériens complique la disposition des lignes aux aiguillages et aux croisements.

Pour le courant alternatif simple, la distribution doit être assurée par deux conducteurs, l'un constitué par la voie de roulement, l'autre par un seul fil aérien, qu'il est aujourd'hui facile, en tenant compte des perfectionnements indiqués par l'expérience, d'installer avec sécurité.

Le système B.-J. Arnold est *électropneumatique*, en ce sens que, outre le rôle principal du moteur électrique, l'air comprimé y tient aussi une place importante.

Le moteur asynchrone à courant alternatif simple présente l'inconvénient de manquer de souplesse, pour les démarrages et les variations de vitesse demandées aux tracteurs. Il développe un couple insuffisant, malgré les artifices variés préconisés pour assurer le prompt démarrage du train : un moteur à air comprimé, dans le système Arnold, concourt donc au démarrage. On ne demande plus alors au moteur électrique que son travail normal. Le système a pour objet de rendre ce travail aussi constant que possible, le moteur comprimant de l'air aux charges inférieures à la moyenne, et l'air comprimé fournissant l'appoint de puissance au moment où cela devient nécessaire.

La figure 1 représente, schématiquement, l'essieu moteur, muni d'un moteur électrique R, S, et de trois cylindres A, B, C, à air comprimé.

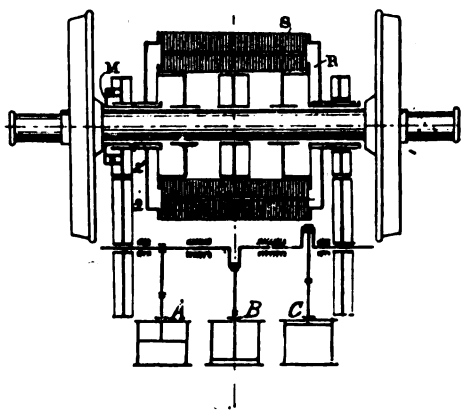


FIG. 1. — Coupe schématique du moteur et des compresseurs d'air.

Le rotor R du moteur est relié d'une façon rigide à l'essieu de la voiture, tandis que son stator S est fou sur cet essieu, et peut tourner autour de lui en entraînant, par engrenages, le piston du compresseur d'air C.

Le cylindre de ce compresseur est relié à un réservoir d'air comprimé placé sous la voiture, réservoir avec lequel est également en communication le compresseur à deux cylindres A, B.

C'est ce dernier compresseur, dont les manivelles sont calées à 90 degrés, qui permet d'effectuer la mise en marche de l'essieu, grâce à une transmission par engrenages a, a', munie d'un embrayage magnétique M, qui permet le couplage de l'essieu et du compresseur pour la période de démarrage et d'accélération, et qui sert à mettre hors de service le compresseur A, B, quand la vitesse maximum est atteinte.

La transmission par engrenages est établie de manière à correspondre aux meilleures conditions de marche du compresseur lorsqu'il fournit son travail mécanique, avec une vitesse maximum qui ne doit pas dépasser 200 tours par minute.

Les cylindres A, B et C peuvent donc transformer, suivant les cas, le travail mécanique communiqué au piston en travail de compression d'air, ou transformer, au contraire, l'énergie de l'air comprimé en travail mécanique.

Quand les compresseurs fournissent de l'air comprimé, leurs soupapes d'admission et de compression obéissent, comme les soupapes ordinaires des pompes, à l'action automatique de la pression exercée à chaque instant sur un de leurs côtés.

Quand, au contraire, les compresseurs reçoivent de l'air comprimé et doivent fournir du travail mécanique, leurs soupapes obéissent à l'action d'un solénoïde à l'armature duquel elles sont reliées, et dont l'enroulement est commandé par un commutateur, qui permet de réaliser le degré voulu d'admission.

Les dimensions d'un moteur d'induction, fonctionnant dans ces conditions, sont réduites par rapport à celles d'un moteur à courant continu qui devrait produire la même vitesse.

La marche continue du moteur d'induction, ainsi associé à un compresseur de même puissance, produit une charge constante sur l'usine

Digitized by Google

centrale et élimine les variations de puissance et de tension, dont l'effet est si sensible sur les groupes électrogènes.

La figure 2 représente (1) les conditions de marche aux différentes vitesses ; dans ce diagramme, R est la caractéristique rectiligne des vitesses du rotor, S celle des vitesses du stator, et la différence des ordonnées représente la vitesse de synchronisme.

Nous indiquerons brièvement les différentes conditions de mise en marche, de marche, et d'arrêt, d'un essieu moteur ainsi équipé, et il sera facile d'en suivre la représentation sur le graphique de fonctionnement donné par la figure 2.

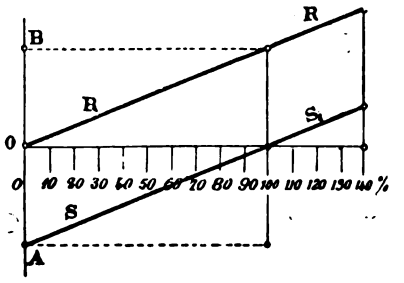


FIG. 2. — Diagramme des vitesses du rotor et du stator.

Pendant l'arrêt dans une station, le rotor et les pistons A et B sont maintenus au repos par les freins, tandis que le stator possède sa pleine vitesse en sens inverse et applique son travail à la compression de l'air par le cylindre C. L'effort qu'il développe dans ce cas se traduit par une réaction égale sur le rotor, c'est-à-dire sur l'essieu de la voiture, mais la voiture est maintenue à l'arrêt par le bloquage des freins. L'air comprimé à 10 atmosphères est envoyé au réservoir de la voiture.

Pour la mise en marche, l'air comprimé, emmagasiné dans le réservoir par le jeu du stator et du cylindre C, est envoyé aux cylindres A et B à pleine admission, et leur permet de développer l'énergie électrique nécessaire au démarrage. Le rotor prend donc une vitesse croissante, pendant que la vitesse du stator en sens inverse diminue dans les mêmes proportions, la différence restant constamment égale à la vitesse de synchronisme.

A mesure que se produit l'accélération de la voiture, le contrôleur réduit l'admission aux cylindres A et B, et, quand la vitesse du rotor atteint sa pleine valeur, le stator arrive au repos.

En pleine marche, le rotor et l'essieu de la voiture sont à grande vitesse, et, si le contrôleur avance d'un cran, il introduit l'air comprimé dans le cylindre C, de sorte qu'un coussin d'air réagit sur le piston de C pour immobiliser le stator.

A la même position du contrôleur, l'admission aux cylindres A et B est coupée, et le coupleur magnétique M est débrayé, de sorte que le compresseur A, B, cesse de fonctionner comme moteur et laisse le moteur électrique effectuer le travail total de traction.

La souplesse du système permet facilement de réaliser les changements de vitesse ; pour dépasser, par exemple, la vitesse qui correspond au synchronisme, il suffit d'envoyer l'air comprimé au cylindre C, en sens inverse, de façon à donner au stator un mouvement de même sens que celui du rotor ; dès lors, pour maintenir égale à la vitesse de synchronisme la différence de vitesse entre le rotor et le stator, le rotor tendra à accélérer, et l'on réalisera ainsi, au moyen d'une fréquence constante, une augmentation notable de la vitesse de la voiture : c'est ce que représente, sur la figure 2, la région située à droite du point 100. S_1 représente la vitesse donnée au stator par le cylindre, et R la vitesse correspondante du rotor, accélérée jusqu'à 40 % dans le cas de la figure.

Bien entendu, le moteur électrique ne fournit pas alors le travail total, mais seulement celui qui correspond à sa pleine charge, la surcharge étant fournie par l'air comprimé dans le cylindre C.

Pour obtenir la même élasticité de régime en deçà comme au delà du synchronisme, et pour revenir au-dessous de la vitesse qui lui correspond, on peut, à l'aide du contrôleur, ouvrir la soupape d'admission du cylindre C, de manière à faire travailler le piston à la compression et à maintenir la pleine charge sur le moteur, tout en tournant à une vitesse réduite.

L'arrêt de la voiture est obtenu par ce dispositif même, qui a l'avantage d'augmenter ainsi la quantité d'air comprimé utilisable au démarrage suivant, au lieu de dissiper la force vive dans les freins. On dispose, en outre, pour les cas de nécessité, de freins à air comprimé ordinaires.

Pour les manœuvres en gare, on bénéficie, avec ce système, de l'élasticité de ce régime dans un sens ou dans l'autre, résultant de la mise en marche facile du moteur à air comprimé dans les deux sens.

On revendique encore, pour le système de traction Arnold, la aculté de ne pas exiger une fréquence de courant exceptionnellement basse. Jusqu'à aujourd'hui les moteurs à courant alternatif simple à collecteurs, au contraire, ne sont susceptibles, comme on le sait, d'un fonctionnement satisfaisant qu'à très faible fréquence, ce qui conduit à un accroissement considérable du prix d'établissement des usines.

Ch. DANTIN.

(1) D'après l'*Elektrotechnische Zeitschrift*.

VARIÉTÉS

Nouvel ascenseur spiral.

Nous trouvons, dans l'*Engineering Record*, une description d'un élévateur original, dont les figures 1, 2 et 3 montrent la disposition. La figure 1 indique la façon dont sont établis les chemins de roulement des cages, dans le cas d'un ascenseur à double voie.

Fixées à des bras horizontaux rivés sur les colonnes qui font partie de l'ossature du bâtiment, deux poutres en fer à I parallèles forment un chemin supportant les galets de suspension des cages, et décrivent une spirale ascendante et une spirale descendante, raccordées avec des parties horizontales à la hauteur des paliers à desservir.

A ces paliers, sont établies des voies sur lesquelles les galets de support, que l'on voit au pied des cages, viennent s'appuyer pour donner

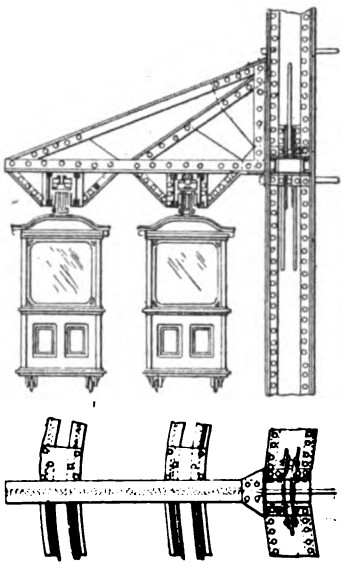


FIG. 1 et 2. — Suspension des cabines.

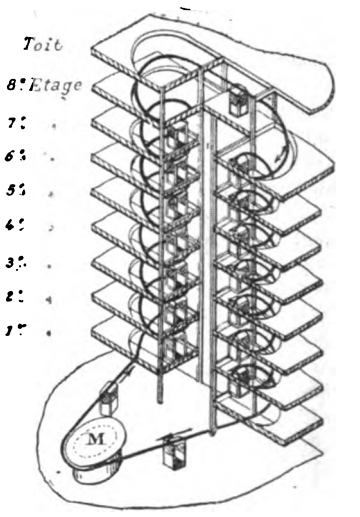


FIG. 3. — Schéma de l'installation.

de la stabilité aux cabines pendant les arrêts. La suspension des cages est assez rigide pour s'opposer aux effets de la force centrifuge.

La marche des cabines, qui peuvent être isolées ou réunies en train, a lieu, parce qu'elles sont fixées, chacune, à une chaîne sans fin, qui parcourt toute la longueur des voies de roulement, et forme, au rez-de-chaussée, une boucle horizontale autour de l'appareil de commande M (fig. 3).

Ce dernier, dont l'arbre moteur est vertical, comporte un tambour, mû par engrenages, qui reçoit la chaîne et en assure la propulsion. Un dispositif spécial assure une tension constante sur le tambour.

Nouvelles valves pour fours à récupérateurs.

Pour éviter les pertes de gaz qui se produisent dans les fours à récupérateurs, lorsque, par suite du renversement du courant, l'arrivée de gaz se trouve en communication directe avec la cheminée, ce qui a lieu avec les systèmes de valves actuellement établis, M. Czekalla a imaginé un système opérant successivement la fermeture

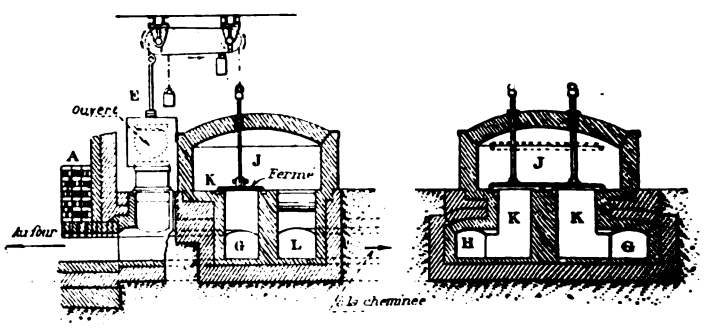


FIG. 1 et 2. — Coupes longitudinale et transversale d'une installation de valves, système Czekalla.

des valves, que représentent, d'après l'*Iron Age*, les figures 1 à 4. Dans le mécanisme moteur des valves, les poulies, qui commandent les valves E et K et le registre de la cheminée, sont folles sur leurs axes. Ce sont les boutons correspondants S, T, respectively solidaires des roues

Digitized by Google

Q, R, qui les actionnent en s'appuyant sur des leviers X et Y. Le mouvement se faisant dans le sens des flèches, on voit que jusqu'à ce que le bouton S soit venu en S_1, position correspondant à la fermeture de E, la valve K n'a pas bougé. Le mouvement se poursuivant, la valve K se soulève jusqu'à ce que T soit venu en T_2 et S en S_2. De même pour le registre de la cheminée. On voit que, dans le mouvement inverse, la valve K se referme avant que la valve E commence à s'ouvrir.

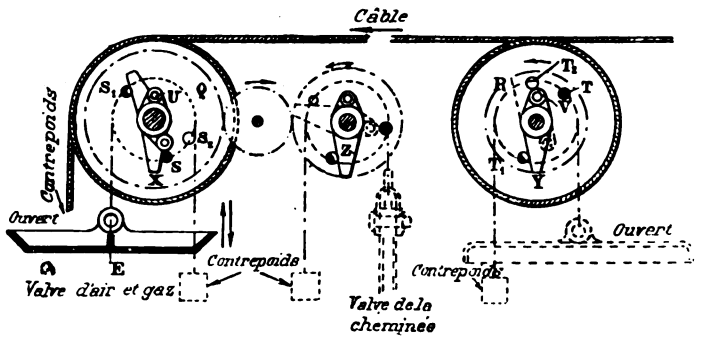


FIG. 3 et 4. — Détail de la commande des valves et du registre.

Usine à ciment de Portland, à Hudson (États-Unis).

La Compagnie d'Hudson vient de commencer l'installation, à Hudson (New-York), d'une grande fabrique de ciment, qui comporte, d'après l'*Engineering News*, l'établissement successif de six trains semblables, chacun d'une capacité de 2 000 barils par jour.

Cette usine est placée sur la rive de l'Hudson, et ses magasins sont situés sur le quai même. De l'autre côté des magasins, se trouvent les voies du New-York Central and Hudson River Rail Road, ce qui permet de charger en lourd pour toutes destinations.

Le plan général de l'installation comporte une série de magasins à ciment placés le long du quai, puis une voie d'embranchement. Ensuite se trouvent les divers trains placés côte à côte, perpendiculairement à la voie.

La matière première est constituée par l'argile, les schistes argileux et le calcaire, dont les gisements forment les crêtes de Becraft, qui s'élèvent à partir de la rivière du côté Est de la ville. Les gisements de calcaire et d'argile sont reliés aux broyeurs par un plan incliné à voie large.

Les figures 1 et 2 représentent l'usine en plan et en coupe longitudinale.

Tous les appareils sont munis de moteurs électriques, alimentés par l'usine de production d'énergie annexe, ainsi qu'un atelier de broyage de charbon pour les fours rotatifs. L'usine proprement dite, bâtie en briques, a 117 mètres de longueur sur 35 mètres de largeur.

La machinerie comprend les appareils destinés :

1° A la préparation des matières premières; 2° à la calcination et au refroidissement; 3° au broyage du ciment; 4° au broyage du charbon; 5° à la manutention des matériaux.

Les appareils de préparation comprennent les broyeurs, les sécheurs, les concasseurs à boulets pour grosse mouture et les broyeurs à tubes pour fine mouture, avec les coffres pour contenir les produits en cours de travail.

Les appareils de calcination se composent de fours rotatifs pour cuire la brique et de refroidisseurs rotatifs. On peut signaler, à ce propos, l'emploi des chaleurs perdues pour réchauffer le courant d'air qui entraîne le charbon pulvérisé dans les fours rotatifs.

Le plan général montre la disposition d'ensemble et la marche des matières durant le travail.

Les machines employées sont déjà en usage dans l'industrie du ciment, mais on s'est efforcé de condenser et d'opérer mécaniquement toute la fabrication. Les magasins peuvent contenir 200 000 barils de ciment.

L'usine génératrice de force est séparée de la fabrique. Elle est constituée par des chaudières du système Heine, atteignant un total de 2 500 chevaux, avec des économiseurs Sturtevant et fournissant directement la vapeur à trois machines Corliss de 900 chevaux chacune.

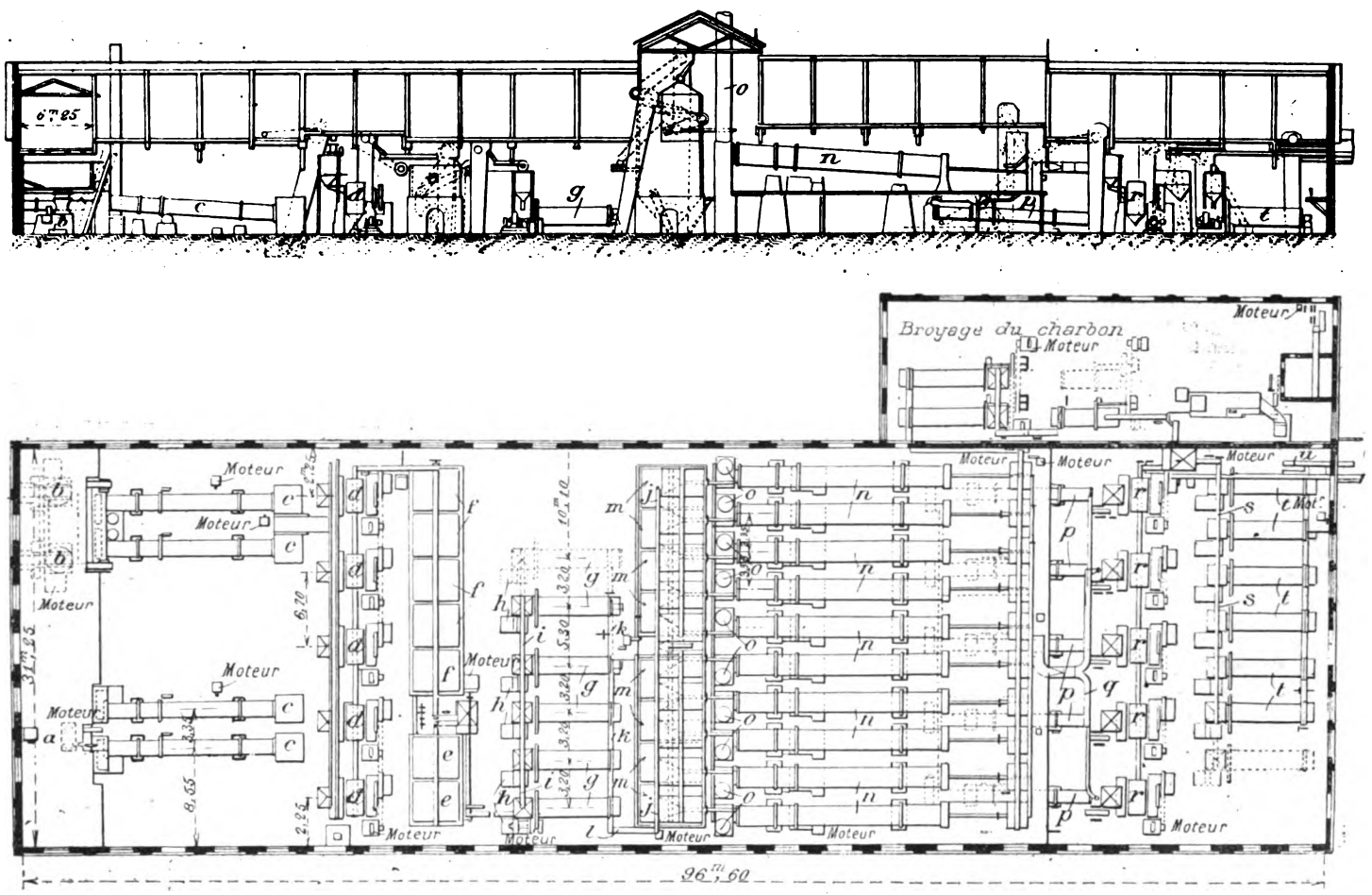


FIG. 1 et 2. — Coupe longitudinale et plan de l'usine de la « Hudson Portland Cement C° ».

a, broyeur pour l'argile (moteur de 22 chevaux); — *b*, broyeurs pour le calcaire (moteur de 45 chevaux); — *c*, sécheurs rotatifs (moteurs individuels de 5 chevaux); — *d*, broyeurs à boulets (moteurs individuels de 30 chevaux); — *e*, coffres à argile; — *f*, coffres à calcaire; — *g*, broyeurs à tubes (moteur de 75 chevaux); — *h*, trémies d'alimentation des broyeurs *g*; — *i*, transporteur-chargeur des trémies *h*; — *j*, transporteur à hélice recevant par l'élévateur *l* les matières des trémies *h* recueillies par le transporteur *k*; — *m*, deux groupes de coffres pour l'alimentation des fours tournants; — *n*, fours tournants; — *o*, cheminées des fours rotatifs; — *p*, refroidisseurs; — *q*, tuyauterie d'injection d'air dans les refroidisseurs; — *r*, broyeurs à boulets (moteurs individuels de 50 chevaux); — *s*, transporteurs; — *t*, broyeurs à tubes (moteur de 21 chevaux); — *u*, transporteur au magasin.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 2 octobre 1903.

Présidence de M. P. Bodin, Président.

I. — M. G. Dumont, Président de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail, développe sa communication sur ***un Musée de prévention des Accidents du travail et d'Hygiène industrielle à Paris.***

Il fait appel à la collaboration des membres de la Société des Ingénieurs civils, pour la création, à Paris, d'un Musée de ce genre, dont il s'applique à démontrer l'utilité.

Rappelant la conférence de M. Tollmann sur les moyens employés dans divers pays pour accroître le bien-être de l'ouvrier, prévenir les accidents du travail et développer les mesures d'hygiène, il cite l'institution, en France, des Associations de propriétaires d'appareils à vapeur et des Associations de prévention des accidents du travail.

Ces dernières trouvent parfois une certaine résistance, de la part des patrons, à appliquer les appareils protecteurs ou hygiéniques, et l'institution de Musées de prévention des accidents les aiderait puissamment dans leur œuvre de vulgarisation.

M. Dumont décrit plusieurs de ces Musées déjà établis à Munich, Zurich, Amsterdam, Vienne et Charlottenbourg, près Berlin, dus à l'initiative privée seule ou aidée de subventions gouvernementales, et il insiste notamment sur l'installation de celui de Charlottenbourg.

En France, un Comité d'initiative a repris, en 1902, l'idée d'un Musée à Paris, et M. Mamy, directeur de l'Association des Industriels de France, a rédigé un rapport sur les Musées existants qu'il a visités (1). Ce Comité a conclu à l'installation, dans un local fourni par le Conservatoire des Arts et Métiers, du Musée de prévention des accidents du travail, avec exposition, toujours au niveau des progrès accomplis, des appareils protecteurs sur machines en marche, et du Musée d'hygiène industrielle, offrant la solution rationnelle et surtout pratique, de tous les problèmes de cette partie du bien-être de l'ouvrier.

M. Dumont termine en faisant appel au concours de tous ses collègues pour l'exécution de l'œuvre projetée, intéressante aussi bien pour les patrons que pour les ouvriers.

II. — M. H. Chevalier donne, comme suite à ses études sur les anciennes charrues (2), l'exposé des charrues usitées autrefois en Grèce et en Italie, d'après les monuments et les médailles, et que l'on retrouve parfois de nos jours. Il montre que l'araire antique, reçu des Étrusques et des Grecs par les Romains, ne devint la charrue, par l'addition du coutre et de l'avant-train, qu'après le passage des Gaulois, au IIIe siècle avant notre ère.

A. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. LXI, n° 22, p. 349.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 2, p. 26, et t. XXXVIII, n° 21, p. 346.

Académie des Sciences.

Seance du 5 octobre 1903.

Chimie organique. — I. — *Action de l'acide phosphoreux sur la mannite. Remarque sur le mannide.* Note de M. P. Carré, présentée par M. H. Moissan.

L'acide phosphoreux réagit sur la mannite pour donner un éther, résultant de la combinaison de deux molécules d'acide pour une d'alcool, sans qu'on puisse constater la formation d'un éther monoacide. L'action prolongée de l'acide phosphoreux déshydrate la mannite en donnant du mannide qui, à son tour, donne un nouvel éther phosphoreux.

Ces éthers sont monoacides à l'héliantine et à la phtaléine, peu stables et saponifiés lentement par l'eau froide.

Le mannide obtenu par saponification de son éther phosphoreux a les mêmes constantes physiques que celui obtenu par l'action de l'acide chlorhydrique sur la mannite.

L'étude comparative du mannide obtenu par la méthode à l'acide chlorhydrique et de celui que fournit l'action de l'acide phosphoreux, conduit à admettre que ce corps conserve deux fonctions alcools secondaires.

II. — *Dérivés et produits d'oxydation de l'acide nitropyromucique.* Note de M. R. Marquis, présentée par M. H. Moissan.

Les dérivés de l'acide nitropyromucique étudiés sont : le nitropyromucate de méthyle, cristallisé en lamelles nacrées, le chlorure de nitropyromucyle, cristallisé en lamelles grasses au toucher, l'amide nitropyromucique, en cristaux soyeux blancs, l'anilide nitropyromucique, en aiguilles jaune citron, le P.-toluide nitropyromucique, en prismes jaunes.

L'oxydation de l'acide pyromucique donne, soit des produits de destruction totale, soit un acide que ses réactions permettent d'identifier avec l'acide fumarique.

III. — *Recherches sur la formation des asoïques. Réduction de l'éther-oxyde ortho-nitrobenzyl-méthylique.* Note de M. P. Freundler, présentée par M. H. Moissan.

L'étude des réactions produites par la poudre de zinc à chaud sur l'éther nitré dissous dans l'alcool et additionné de soude caustique, montre que l'éther o-nitrobenzyl-méthylique est, partiellement, saponifié par les alcalis, par suite de la présence du groupe électro-négatif AzO^2, mais que l'alcool o-nitrobenzylique, résultant de cette saponification, n'a donné naissance qu'à des produits acides.

Des résultats identiques ont été obtenus avec l'éther o-nitrobenzyl-éthylique.

IV. — M. Pozzi-Escot adresse une note relative à l'*Action de la chaleur sur les levures.*

Chimie physique. — *Conditions qui déterminent le signe et la grandeur de l'électrisation par contact.* Note de M. Jean Perrin, présentée par M. Mascart.

Pour étudier le signe et la grandeur de la charge que prend un solide par contact avec un liquide, l'auteur observe le mouvement que la charge égale et contraire imprime à ce liquide sous l'action d'un champ électrique. Réservant toute théorie, il conclut que l'osmose électrique donne un moyen facile d'étudier la charge de contact entre un solide quelconque et un liquide; que cette charge est beaucoup plus grande quand le corps est un bon ionisant, tel que l'eau; que les seuls ions directement très actifs, dans l'eau, sont les ions H+ et OH−, chacun chargeant la paroi de son signe; que tout ion polyvalent positif diminue l'action des ions OH− présents, et tout ion polyvalent négatif celle des ions H+, et que ces actions *paralysantes* grandissent avec la concentration et surtout avec la valence.

Ces observations confirment les résultats de recherches antérieures sur les matières colloïdes et l'action coagulante des électrolytes, qui éclairent la théorie physico-chimique des colloïdes et de la matière vivante.

Géologie. — *Sur le rôle des charriages dans les Alpes delphino-provençales, et sur la structure en éventail des Alpes briançonnaises.* Note de M. Kilian, présentée par M. Michel Lévy (1).

L'étude de la tectonique des Alpes delphino-provençales permet de constater : qu'il existe des passages nombreux et graduels entre les plis normaux et les plis failles, entre ces derniers et la structure isoclinale imbriquée, qui passe fréquemment aux plis couchés et aux nappes charriées; que ces nappes, forme et terme extrême du plissement de l'écorce terrestre, survenu, malgré les apparences, à une époque relativement récente, ne peuvent être considérées comme antérieures au plissement primitif; que les massifs cristallins, déjà plissés à l'époque hercynienne, et repris, après une immersion souvent très longue, par les plissements alpins, ont été escaladés par les plis couchés, et ont empêché leur déroulement vers des régions déprimées; que les régions où règne exclusivement la structure isoclinale, imbriquée, ne sont que les racines de plis couchés actuellement détruits par l'érosion; que toutes les masses charriées des Alpes delphino-provençales proviennent, sauf quelques exceptions, des chaînons les plus externes, de plis couchés et déversés vers l'extérieur de la chaîne; que les plis situés à l'est de la zone axiale de l'éventail alpin sont déversés vers l'intérieur de l'arc alpin, mais qu'on n'y constate point de plis couchés, ni de charriages dirigés vers l'est.

On a signalé, au sommet de cet éventail asymétrique, en Savoie et dans le Briançonnais, des paquets de couches plissées, paraissant provenir de racines situées plus à l'est, là où les plis sont actuellement déversés sur l'Italie.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLIII, n° 24, p. 382.

Minéralogie. — *Sur les granites à œgyrine et riebeckite de Madagascar et sur leurs phénomènes de contact.* Note de M. Lacroix, présentée par M. Michel Lévy.

Les granites alcalins d'Ampasibitika, sur la côte nord-ouest de Madagascar, constituent des types pétrographiques, dont on ne connaît pas d'équivalents. Leur caractéristique est la grande abondance d'un pyroxène et d'une amphibole ferri-sodiques, l'œgyrine et la riebeckite; ils sont en filons, souvent rubanés. Les feldspaths sont tous alcalins, orthose, anorthose, albite. Les roches renferment beaucoup de zircon, de 1 à 7 %, et un niobotantalate octaédrique, formant un des derniers constituants de la roche, et sans aucun doute, sous l'influence d'émanations qui ont accompagné la mise en place des granites.

Les granites d'Ampasibitika traversent et métamorphisent les assises gréseuses du lias. Certains d'entre ces grès sont transformés en quartzites, et contiennent de l'orthose, de la riebeckite, un grenat manganésifère et un peu de fluorine; certains sont injectés de nombreux lits de granite à œgyrine, riches en grenat mélanite, quelquefois riches en riebeckite. D'autres grès argilo-calcaires ont subi un métamorphisme, caractérisé par l'abondance d'une épidote de cérium, l'allanite. Une autre catégorie de roches métamorphiques est caractérisée par des cornéennes micacées, pyroxéniques ou amphiboliques, renfermant en abondance de la fluorine microscopique distribuée régulièrement, signalée pour la première fois dans ces conditions.

Ces diverses roches métamorphiques montrent la réalité d'apports éruptifs.

Physiologie végétale. — *Recherches sur la transpiration des feuilles vertes, dont on éclaire soit la face supérieure, soit la face inférieure.* Note de M. Ed. Griffon, présentée par M. G. Bonnier.

L'interprétation des résultats d'expériences faites sur divers végétaux, conduit à admettre que la transpiration est réglée par la plus ou moins grande facilité avec laquelle l'eau se renouvelle dans les cellules, qu'elle quitte en se vaporisant. Le tissu palissadique tend, toutes choses égales d'ailleurs, à réduire et à régulariser la transpiration des feuilles exposées à la lumière. Ce tissu permet aux plantes des lieux secs de résister à la grande évaporation dont elles sont le siège et au manque d'eau du sol. De plus, l'orientation de ce tissu du côté de la lumière fait que, dans les lieux suffisamment pourvus d'eau, les fortes chaleurs ne dessèchent pas trop le tissu lacuneux, situé du côté de l'ombre, et que l'irrigation des parenchymes étant assez rapide, la transpiration se poursuit sans péril pour les feuilles, qui peuvent assimiler activement, en profitant de la lumière vive.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Locomotive, pour service mixte, des chemins de fer de l'État belge. — Le nouveau type de locomotive dont le *Bulletin de la Commission internationale du Congrès des Chemins de fer* a donné la description dans son numéro de septembre, et qui vient d'être mis en service sur le réseau de l'État belge, présente quelque analogie avec celui que cette Administration avait envoyé à l'Exposition de 1900. Il est affecté à la remorque des trains de marchandises à marche accélérée, et à celle des trains de voyageurs lourdement chargés et à arrêts fréquents.

Un convoi de 600 tonnes peut être remorqué, sur une rampe de 5 millimètres, à la vitesse de 45 kilom. à l'heure, et la vitesse soutenue que cette machine peut atteindre, sur palier, en traînant une charge de 450 tonnes, est de 70 à 75 kilom. Sa puissance est supérieure à celle du type de 1900. Ainsi, le timbre de sa chaudière a été porté de 11 à 13 atmosphères, et le diamètre des cylindres, de 457 à 470 millimètres. Les dimensions du générateur ont été considérablement accrues. Le foyer, la boîte à fumée, les têtes de bielles ont dû être renforcés. L'air comprimé a remplacé la vapeur, pour le fonctionnement des sablières. Enfin, on a donné au foyer une profondeur moyenne, afin de permettre l'utilisation de

Digitized by Google

charbons menus demi-gras ou de mélanges de maigre et de gras, additionnés d'environ 20 °/. de briquettes. La pratique a montré que cette façon de procéder était plus économique que celle qui consiste à ne brûler que des fines maigres.

Le poids de cette locomotive est de 47t 6, en ordre de marche. Les premiers résultats qu'elle a fournis ont montré la mesure dans laquelle l'accélération du transport des marchandises permet de mieux utiliser le matériel et le personnel, et de reculer la limite de capacité de transport, pour les lignes les plus chargées.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Fabrication de l'alcool éthylique de bois. — L'*Iron Age*, du 17 septembre, publie quelques renseignements sur la fabrication, aux États-Unis, de l'alcool éthylique par distillation des moûts de glucose de bois.

Jusqu'aux récents travaux du chimiste allemand Classen, les tentatives industrielles pour retirer de l'alcool éthylique du bois avaient échoué, et les résultats obtenus se réduisaient à des expériences de laboratoire. Aux États-Unis, où la sciure et les déchets de scierie encombrent les usines, le procédé Classen devenu industriel est d'un grand intérêt.

Le traitement du bois comprend quatre phases : 1° transformation de la cellulose du bois en sucre ; 2° extraction du sucre de bois ; 3° fermentation des moûts sucrés ; 4° distillation des moûts fermentés et extraction de l'alcool.

La saccharification de la cellulose s'opère dans un cylindre en tôle doublé de plomb, le *digesteur*, dans lequel on introduit la sciure de bois. Ce cylindre, commandé par engrenages, est monté sur un axe horizontal, et entouré d'une double enveloppe où l'on peut faire circuler la vapeur de chauffage. La sciure de bois, humectée avec un tiers de son poids d'une solution à 3 °/. d'acide sulfureux, est introduite dans l'appareil ; puis l'on fait arriver la vapeur dans le digesteur, qui tourne lentement sur lui-même. La température s'élève à 165 degrés environ, sous une pression de 7 kilogr., que l'on maintient pendant une heure et demie. L'acide sulfureux, après avoir produit l'inversion de la cellulose, est, en grande partie, récupéré dans la vapeur d'échappement. Après ce traitement, la sciure n'occupe plus que les deux tiers de son volume primitif, et présente à peu près l'aspect du café grillé grossièrement moulu.

L'extraction du sucre produit s'opère par lévigation méthodique de la matière tirée du digesteur, dans une batterie de cuves ouvertes, avec pompe centrifuge de circulation, dans lesquelles les liquides se déplacent comme dans une batterie de diffusion. Une tonne de sciure peut fournir de 200 à 250 kilogr. de sucre, dont 85 °/. sont fermentescibles, le reste se composant de pentoses qui ne fermentent pas.

En sortant de la batterie d'extraction, les jus acides sont déversés dans des bacs et neutralisés au moyen de carbonate de chaux. Puis on les dirige dans les cuves de fermentation, où l'on élève leur température jusqu'à 55 degrés avant l'addition de la levure. Le départ de la fermentation dans les cuves se fait au bout d'une demi-heure et, après une fermentation de 72 heures, tout le sucre est transformé.

Les opérations subséquentes sont les mêmes que dans une distillerie ordinaire.

Le résidu des cuves d'épuisement peut servir à fabriquer des briquettes sans aucun agglomérant, et ces briquettes fournissent, par calcination, un charbon de bois de bonne qualité.

La Lignum Inversion C°, qui exploite les brevets Classen, a établi, à Highland Park, près de Chicago, une usine qui fonctionne depuis huit mois environ.

CONSTRUCTION DES MACHINES

Étude sur les mélangeurs à béton. — Dans l'*Engineering News*, du 27 août, M. Clarence Coleman, Ingénieur-adjoint aux travaux du canal de Duluth (Minnesota, E.-U.), publie une étude détaillée sur les mélangeurs à béton.

Le béton est une mixture, dont toutes les particules sont parfaitement enrobées dans une fine couche de ciment, en excès aussi faible que possible dans la masse. Le ciment est l'élément coûteux du béton ; aussi n'en doit-on employer que le strict nécessaire, dont la quantité sera mesurée en poids et non en volume.

D'après l'auteur, le mélange des matières doit s'opérer à sec, et ce n'est que par la pratique que l'on pourra arriver à estimer la quantité d'eau nécessaire au mouillage. Il serait donc désirable que, durant le malaxage, la matière fût constamment visible dans le mélangeur.

De plus, la durée du malaxage a une grande influence sur la résistance du béton. Ainsi, des bétons de même composition, mais soumis à des durées différentes de mélange de une à dix minutes, ont servi à fabriquer des briquettes, qui ont été essayées à des âges variant de sept jours à deux ans. Pour les briquettes essayées au bout de deux ans, la résistance à la traction s'est trouvée, dans les briquettes mélangées pendant dix minutes, de 20,7 °/., en moyenne, supérieure à celle des briquettes mélangées pendant une minute seulement.

Passant à l'étude des différents modèles courants de mélangeurs, l'auteur les divise en mélangeurs intermittents et mélangeurs continus, c'est-à-dire dans lesquels la charge s'opère par fractions ou par alimentation continue.

Parmi les premiers, le mélangeur, formé d'une surface cylindrique horizontale tournante, munie de cloisons formant chicanes, qui reçoit la charge et la rejette sans interrompre sa rotation, a l'inconvénient de produire un béton de composition irrégulière, selon que le ciment est jeté par portions ou versé d'une manière plus lente sur les autres éléments ; cependant, la masse y est toujours visible. Le mélangeur, formé de deux surfaces tronconiques, réunies par leurs grandes bases et pourvues de chicanes, produit un mélange plus régulier. Le troisième modèle, comportant une plate-forme mobile autour d'un axe vertical et sur laquelle les matières sont mélangées par l'action de socs et de râteaux fixes, et qui reçoit et rend les charges sans interrompre son mouvement, a, comme le précédent, l'avantage de laisser voir la matière en travail. Un autre système est composé d'un cylindre horizontal, tournant sur son axe, et pouvant être actionné par le mouvement des roues qui le supportent pendant son transport à pied d'œuvre ; cet appareil a l'avantage de faire gagner du temps sur la durée du travail ; toutefois, il cache la matière dans une caisse fermée.

L'auge demi-cylindrique ouverte, dans laquelle le mouvement des matières est obtenu au moyen de palettes solidaires d'un arbre qui la traverse, est un autre mélangeur dans lequel on peut surveiller l'aspect des produits. Enfin, l'étude détaillée du mélangeur cubique, tournant autour d'une de ses diagonales, montre que cet appareil produit un mélange complet, pendant lequel les matières cheminent sans interruption, en suivant les génératrices d'une surface d'hyperboloïde de révolution.

Dans la seconde classe d'appareils, l'auteur range les bétonnières, composées d'un tuyau vertical à chicanes en cônes alternatifs droits et renversés, et celles à chicanes formées de tringles transversales, ainsi que les appareils dans lesquels l'auge cylindrique à palettes malaxeuses a été pourvue d'un dispositif de charge et de décharge continues.

Pour terminer, M. Coleman trace un tableau de comparaison des appareils qu'il a examinés, dans lequel il attribue, à chacun, un coefficient d'utilisation sous des points de vue divers, tels que : le mélange intime de la charge, la facilité du contrôle de l'introduction de l'eau, la capacité de l'appareil à recevoir ou à décharger le mélange, la durée du mélange, la propreté du travail, etc.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

Production de la houille et du coke aux États-Unis, en 1902. — D'après les documents statistiques puisés dans l'*Engineering and Mining*, du 19 septembre, nous donnons ci-dessous quelques renseignements sur la production de la houille et du coke aux États-Unis, pendant l'année 1902.

L'industrie minière a réalisé l'extraction de 234 393 500 tonnes de charbons bitumineux de toutes sortes et de 37 604 300 tonnes d'anthracite. Le total atteint 271 997 800 tonnes, et la valeur marchande sur le carreau de la mine a été en moyenne de 6 fr. 75.

Les diverses usines à coke ont livré, en 1902, un total de 20 947 420 tonnes, au prix moyen de 12 fr. 40 la tonne prise au four.

La comparaison de ces nombres avec les nombres correspondants relatifs à 1901 montre, pour 1902, une augmentation dans la production de 5 919 200 tonnes de houille et de 1 174 300 tonnes de coke.

Les prix ont également haussé de 0 fr. 20 par tonne de houille et de 1 fr. 15 par tonne de coke.

MÉCANIQUE

Usine de ponts et constructions métalliques, à Steelton (Pennsylvanie). — L'*Iron Age*, des 10 et 24 septembre, donne la description, avec plans et dessins, de la nouvelle usine établie à Steelton, par la Pennsylvania Steel C°. Le plan général montre la préoccupation des Ingénieurs à laisser le champ libre aux agrandissements de l'usine, sans cependant déroger au principe du cheminement direct et continu de la matière mise en œuvre.

Tous les ateliers, même celui de la réception des matériaux, sont clos et couverts. Un important perfectionnement de ces installations, consiste dans le système de chauffage et de ventilation qu'on leur a appliqué. Dans le bâtiment principal qui réunit les ateliers de réception, de traçage, de poinçonnage, d'assemblage, d'alésage, de rivetage, l'atelier des machines, le finissage, la peinture, sont établis sept appareils de chauffage par radiateurs de vapeur, recevant l'air pris à l'extérieur par des ventilateurs qui le refoulent dans un collecteur en tôle galvanisée. Ce conduit, qui règne tout le long du bâtiment, où il est supporté par les colonnes, distribue l'air chaud dans chaque section, au moyen de branchements munis de registres de réglage.

En suivant, sur le plan général, la marche du travail, on rencontre, après le magasin de réception et l'atelier de traçage (où se trouvent des cisailles, une machine à dresser et cintrer les tôles et une machine à chanfreiner deux cornières à la fois), l'atelier de travail à la presse hydraulique, où l'on remarque une presse à trois cylindres de 350 tonnes. Ensuite vient l'atelier des poinçonneuses, contenant huit machines doubles, desservi sur toute sa longueur par trois ponts roulants, l'un de 15 tonnes, les deux autres de 5 tonnes.

A la suite de l'atelier de poinçonnage, se trouve l'atelier d'assemblage ; on y réunit les pièces avant de les envoyer à l'atelier d'alésage où s'obtient la concordance des trous de rivets. Dans cet atelier est établie une série de trente-six machines à aléser à outils mobiles, qui fonctionnent par l'air comprimé, avec une disposition de frein à huile, régularisant les mouvements d'avance et de retour rapide de l'alésoir.

A l'extrémité du bâtiment est installé le rivetage, avec les forges et les fours à rivets, auprès desquels sont les riveuses pneumatiques, placées sur des supports articulés tournants. Dans cette partie du bâtiment principal, se trouvent deux séries étagées de grues murales.

Le sol des ateliers, à l'aplomb des machines, est formé de fers à I, entre lesquels on a coulé du béton ; des caniveaux, pour le drainage des ateliers, sont établis à l'intérieur et sur toute la longueur du bâtiment principal, au pied des colonnes de support ; au milieu de la largeur, court une double voie ferrée.

MÉTALLURGIE

Sur la théorie des aciers au nickel. — M. L. Dumas, Ingénieur des Arts et Manufactures, résume dans la *Revue générale des Sciences*, du 14 août, les réflexions que lui a suggérées la lecture du mémoire de M. Guillaume, sur les aciers au nickel (1). Ces réflexions ont eu pour point de départ les propriétés mécaniques de ces aciers, c'est-à-dire la limite d'élasticité, la résistance à la rupture, l'allongement à la traction, la fragilité au choc, propriétés de beaucoup les plus importantes pour le métallurgiste. L'auteur, d'ailleurs, n'a pas suivi M. Guillaume dans tous les domaines de la physique où conduit son exposé, et s'est cantonné le plus possible dans le domaine de la métallurgie.

Il examine donc successivement les transformations allotropiques irréversible et réversible, les caractères distinctifs des deux transformations, la modification des propriétés mécaniques des aciers par le nickel, la modification rapide du volume, la modification de structure, l'influence du carbone et du manganèse, et l'effet des traitements physiques sur la position du point de transformation magnétique irréversible au refroidissement.

Dans ce dernier ordre d'idées, l'auteur, parmi diverses constatations, retient la suivante : l'apparition du magnétisme n'est pas liée très étroitement à la modification des propriétés mécaniques ; elle le serait à la modification rapide du volume et à la modification de structure.

D'après M. L. Dumas, la théorie allotropique,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 21, p. 335.

Digitized by Google

c'est-à-dire la théorie qui attribue aux transformations allotropiques du fer une influence prépondérante sur les propriétés des aciers, a trouvé dans les travaux de M. Guillaume un nouvel appui. Une fois de plus, elle a réussi à interpréter les résultats des découvertes nouvelles, et à former un tout de l'ensemble extrêmement complexe des faits connus.

Le laminage à froid de l'acier. — M. Crane, dans l'*Iron Age*, du 3 septembre, publie une étude sur le laminage à froid de l'acier; l'exemple qu'il a pris se rapporte à la fabrication des ressorts de montres. En sortant du laminoir à chaud, l'acier est réchauffé, décapé au bain d'acide sulfurique et lavé à l'eau de chaux. Il est ensuite laminé et réchauffé successivement plusieurs fois jusqu'à être réduit à l'épaisseur de 0,006 de pouce (0mm 15).

L'acier à étamper, à étirer, et l'acier à nickeler sont formés de métal Bessemer ou d'acier sur sole basique. Cet acier s'emploie pour la fabrication des clefs, des serrures, des boutons d'habillement, des boucles de bretelles, des boutons de portes, des lames de patins, des gonds, des tuyaux, des tubes pour cycles et automobiles, etc. L'acier laminé à froid serait d'un gabarit plus exact, exempt de pailles d'oxyde, doux et ductile et de beaucoup supérieur, pour l'estampage ou l'étirage, à l'acier laminé à chaud. Les cylindres des laminoirs destinés à l'acier à nickeler doivent être d'une qualité exceptionnelle, et l'acier exempt de toute soudure que le laminage ferait réapparaître.

Il faut soigner le décapage, qui doit se faire en laissant le métal juste le temps nécessaire, dans le bain d'acide chaud. La couche de chaux qui reste sur le métal après le passage au bain d'eau de chaux le préserve de l'oxydation ultérieure.

Le réchauffage de l'acier doit être opéré avec précaution dans un four étudié spécialement pour ce genre de travail. L'acier est mis au four dans des caisses, et on a soin d'entourer toute la masse d'une couche de 2 à 3 centimètres de tournure de fonte, qui intercepte l'accès de l'air. Quand l'opération est terminée, on introduit dans le couvercle un tuyau de gaz qui chasse tout l'air, de façon à éviter toute oxydation pendant le refroidissement.

MINES

Le district diamantifère de la rivière du Vaal (Colonie du Cap). — Dans l'*Engineering and Mining*, du 5 septembre, M. Lane Carter publie quelques données sur les mines de diamants de la rivière du Vaal, dont les richesses ont été exploitées depuis fort longtemps, mais avec des chances diverses.

Le gisement, analogue comme composition à celui de Kimberley, est exploité en carrière par deux Compagnies. Il est constitué par une masse compacte de sables et de graviers, de 0m 15 à 0m 50 d'épaisseur, semée de blocs de basalte. Au milieu, se trouve une cheminée volcanique, semblable à celle de Kimberley. Le minerai, grossièrement trié sur place au moyen d'un tamis oscillant, est passé à une machine à laver, mue à bras. Le minerai épuré est alors repris par une machine à bande graissée, comme celles que l'on emploie à la mine de Beers.

Dans la recherche des diamants, le mineur considère comme de bon augure la présence des grenats et du péridot. Les pierres que produit le gisement de la rivière du Vaal sont petites, mais très blanches et d'une belle eau.

Le gisement se trouvant à 22 kilom. de la voie ferrée, tous les objets de consommation sont grevés de frais de transport importants; cependant, la main-d'œuvre y est abondante, à cause des salaires élevés et de la liberté relative dont y jouissent les travailleurs cafres. On y emploie avec succès des moteurs à kérosène, car la houille et le bois sont très chers.

TÉLÉGRAPHIE

La télégraphie par rayons électriques. — Dans la télégraphie par les ondes électriques, un certain nombre de difficultés sont liées à l'emploi des antennes : 1° les télégrammes se propageant de la station transmettrice dans toutes les directions de l'horizon, la télégraphie secrète est impossible; 2° la station réceptrice enregistrant des signaux provenant de toutes les régions, les communications régulières entre deux stations peuvent être troublées et même rendues impossibles, abstraction faite des perturbations atmosphériques; 3° enfin, on ne peut déterminer la direction d'arrivée des télégrammes enregistrés à une station réceptrice.

Pour parer à ces inconvénients, qui sont liés à l'usage des antennes, M. Blochmann, Ingénieur à Kiel, a imaginé un moyen de renforcement, qu'il décrit dans la *Revue générale des Sciences*, du 14 août. Dans ce but, il utilise pour l'expédition des ondulations électriques, des lentilles formées d'une substance dont la constante diélectrique est assez grande, par exemple la résine, le verre, la paraffine, etc. Celles-ci sont enchâssées dans les parois de chambres métalliques qui renferment les générateurs et les révélateurs en usage dans la télégraphie sans fil.

Dans ces conditions, les ondes électriques ne peuvent passer qu'à travers les lentilles qui les concentrent et les dirigent. L'énergie électrique produite par les appareils générateurs reste en totalité suivant l'axe de la lentille et peut mettre en action les révélateurs à une distance plus grande; de plus, les ondes électriques ne se propagent qu'entre les deux stations qui sont en communication et qui possèdent les appareils voulus. La station transmettrice ressemble ainsi à un projecteur, et la station réceptrice à un œil, ce qui a permis à l'auteur de dénommer son système : *télégraphie par rayons électriques*. Enfin, le brouillard n'est pas un obstacle à la propagation des rayons électriques.

En intercalant des stations avec relais par lesquels les dépêches sont transmises automatiquement, on peut accroître à volonté la distance de transmission, à la condition toutefois qu'il soit possible de trouver des postes propices à l'installation de semblables relais.

Ce système permet également l'usage des antennes qui peuvent y être adjointes avec avantage, quand on veut envoyer des dépêches dans toutes les directions où à des distances très grandes. Le déclenchement des antennes suffira pour rétablir les avantages spéciaux de la télégraphie par rayons électriques : secret et réception régulière sans perturbations.

Ce mode de télégraphie fixant la direction des rayons qui arrivent à la réceptrice, donne enfin la possibilité de déterminer exactement l'emplacement d'un navire dans le brouillard; il suffit que ce dernier se trouve à la portée de deux stations de la côte.

D'après M. Blochmann, les qualités de son système pourraient le faire adopter sur toutes les côtes dangereuses, aux embouchures des fleuves et à l'entrée des ports, où la multiplicité des installations de télégraphie sans fil ordinaire arrivent bientôt à rendre impossibles les communications régulières, en raison de la perturbation apportée par le croisement incessant des télégrammes.

TRAMWAYS

Tramways conduits par un seul agent. — Les conditions particulières de l'exploitation des tramways de Southport ont conduit à mettre en service, à certaines heures, des voitures de très faible capacité.

L'*Electrical Review* (Londres), du 25 septembre, décrit le type de véhicule adopté. Il est disposé pour être conduit par un seul agent. Les voyageurs montent par la plate-forme d'avant; la plate-forme d'arrière est fermée.

Entre le poste du conducteur et l'intérieur de la voiture se trouve une barre séparatrice, conjuguée avec un interrupteur, de façon qu'en soulevant cette barre, on coupe le courant. En cas d'accident au conducteur, la personne qui se porte à son secours arrête donc automatiquement la voiture.

La voiture pèse 4 tonnes et demie et comporte vingt places assises.

Le prix de la traction par voiture-kilomètre est de 14cent 1, dont 3cent 5 pour l'énergie, 6cent 2 pour l'unique employé, et 4cent 3 pour l'entretien.

La Convention de Saratoga. — La Convention de l'American Railway Mechanical and Electrical Association s'est tenue à Saratoga, du 1er au 4 septembre dernier. Le *Street Railway*, du 5 septembre, publie les discussions, et reproduit les principaux mémoires présentés, qui sont les suivants :

L'entretien des caisses de voitures, par M. Baker. — La comptabilité des transports de marchandises, par M. Fullerton. — Feuilles d'entretien des voitures, par M. Stivers. — Perfectionnements aux moteurs de tramways, par M. Olds. — Procédés d'atelier, par M. Adams. — La pratique des ateliers, par M. Green. — Comparaison du « bag system » et du « receiver system » pour la recette, par M. Henry. — Le contrôle type M, par M. Mundy. — L'usage et l'abus du contrôleur, par M. Carver.

Ouvrages récemment parus.

Tracé et Terrassements, par P. Frick, Ingénieur des Constructions civiles, et J.-L. Canaud, Conducteur des Ponts et Chaussées (*Bibliothèque du Conducteur de Travaux publics*). — Un volume, grand in-16 de 609 pages, avec 317 figures. — Vve Dunod, éditeur, Paris, 1903. — Prix : relié, 15 francs.

Dans la première partie de cet ouvrage, M. Frick, après quelques considérations générales sur les principes et les règles du tracé, passe à l'étude et à la détermination du tracé avec des variantes du profil en long et du plan; il compare les tracés fournis par les diverses méthodes employées dans le cas d'une route, d'un chemin de fer ou d'un canal, et en tire les règles qui déterminent définitivement le plan et le profil en long. Un chapitre est consacré à la cubature des terrasses, et un autre au calcul des profils en travers. L'auteur termine par l'étude du mouvement des terres.

Dans la seconde partie, M. Canaud traite des modes d'exécution, des terrassements, partant des sondages préliminaires, pour s'occuper ensuite des déblais, de leur nature et des moyens de les exécuter; puis il s'occupe des remblais et de leurs particularités. L'examen des différents modes de transport des terres par brouettes, wagonets à traction animale ou mécanique, par transporteurs aériens, l'organisation des chantiers, font l'objet de chapitres spéciaux. L'auteur s'occupe ensuite de l'assainissement et du drainage des tranchées, des précautions à prendre dans l'exécution des remblais, de la réparation des éboulements et de l'entretien des terrassements.

Une annexe contient des notes pour la pratique des opérations sur le terrain, sur les méthodes nord-américaines de terrassement, sur les courbes de raccordement, sur les raccordements paraboliques et, enfin, les formules relatives aux principaux cas de raccordements. En appendice figurent une note sur la présentation des projets, et des extraits de la circulaire ministérielle relative aux dispositions intéressant les études et la construction des chemins de fer.

Jahrbuch für das Eisenhüttenwesen (*2e année*), par Otto Vogel. — Un volume, grand in-8° de 460 pages, avec 36 figures. — Bagel, éditeur, Düsseldorf, 1903. — Prix : cartonné, 10 marks.

Cet annuaire de l'industrie métallurgique, publié sous les auspices de la Société des métallurgistes allemands, et dont la seconde édition se rapporte à l'année 1901, contient l'indication des principales communications, conférences ou articles publiés dans la presse technique européenne et américaine, sur les différentes branches de la métallurgie.

Ce répertoire est classé en chapitres dont voici les principaux : Questions historiques et d'antériorité; situation actuelle de la métallurgie dans chaque pays; renseignements statistiques; combustibles; combustion; matériaux réfractaires; scories; minerais; production de la fonte; fonderies; fabrication du fer; travail du fer; essais des matériaux.

Les passages les plus saillants des articles qui ont paru intéressants sont reproduits dans l'ouvrage, et accompagnés de figures.

Les Secrets du coup d'ailes. *Essai de construction d'une machine aérienne,* par J.-C. Pompéien Piraud, aéronaute. — Un volume in-4° de 366 pages, avec 25 planches et 102 figures. — Bernard, éditeur, Paris, 1903. — Prix : broché, 10 francs.

Ce livre est un exposé des travaux de l'auteur à la poursuite de la solution du problème de l'aviation. La première partie comprend les recherches sur le vol des oiseaux, et les expériences et constructions mécaniques exécutées par M. Piraud, de 1875 à 1883. La seconde partie est un compte rendu de ses ascensions. La troisième partie expose les données mécaniques de construction de l'aile artificielle articulée (1883-1886), ainsi que les expériences faites sur cet organe; l'auteur y expose ses travaux relatifs au propulseur et à l'aéroplane de son invention.

Le Gérant : H. Avoiron.

Imprimerie Chaix, rue Bergère, 20, Paris.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 26. N° 1115. Samedi 24 Octobre 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÈNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Électricité** : Installation électrique des hauts fourneaux de la Société « Elba », p. 401. — **Travaux publics** : Construction par l'air comprimé de nouvelles cales sèches, au port de Kiel *(planche XXVI)*, p. 404. — **Automobiles** : Étude du dérapage des automobiles *(suite et fin)*, p. 407; J. Résal. — **Travaux publics** : Pont en maçonnerie sur l'Adda, à Morbegno (Italie), p. 409. — **Jurisprudence** : Les subventions publiques aux entreprises privées, p. 410; Louis Rachou. — **Variétés** : Moules de fonderie permanents, p. 411; — Procédé Edison pour la séparation de l'or à sec, p. 412; — Tunnel en tubes jumelés sous la rivière de Harlem (États-Unis), p. 412; — Voiture de secours pour tramways électriques, p. 413; — Installation d'un dragage de sables aurifères mû par l'électricité, p. 413.

Sociétés savantes et industrielles : Académie des Sciences (12 octobre 1903), p. 414.

Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 414; — Ouvrages récemment parus, p. 416.

Planche XXVI : Caisson à air comprimé pour la construction de nouvelles cales sèches, au port de Kiel.

ÉLECTRICITÉ

INSTALLATION ÉLECTRIQUE DES HAUTS FOURNEAUX
de la Société « Elba ».

Les hauts fourneaux d'Elba, dont la mise en marche date du mois d'août 1902, comptent parmi les usines métallurgiques les plus importantes de l'Italie. Cet établissement se trouve à Portoferraio, dans l'île d'Elbe, qui est reliée à l'Italie par ce port dont la position naturelle offre une grande sécurité.

L'installation de l'usine, à Portoferraio (fig. 2), permet l'exportation immédiate et économique des produits de fabrication, aussi bien que l'approvisionnement, dans d'excellentes conditions, du charbon qui provient d'Angleterre et de Westphalie, et du minerai qui est extrait dans l'île même, et dont la Société Elba a obtenu, du gouvernement italien, par un bail de longue durée, la concession d'exploitation.

Ce minerai, de toute première qualité, est utilisé à la production de fontes dont cette Société a la spécialité.

Les avantages résultant de l'emplacement des hauts fourneaux près de la mer ont été vite reconnus, surtout pour les usines qui reçoivent les matières premières de l'extérieur. De nos jours, presque tous les grands établissements cherchent une position favorable pour leur approvisionnement général, en se plaçant à proximité d'un port de mer, évitant ainsi les frais de manutention et de transport qu'aurait une usine placée dans l'intérieur du territoire.

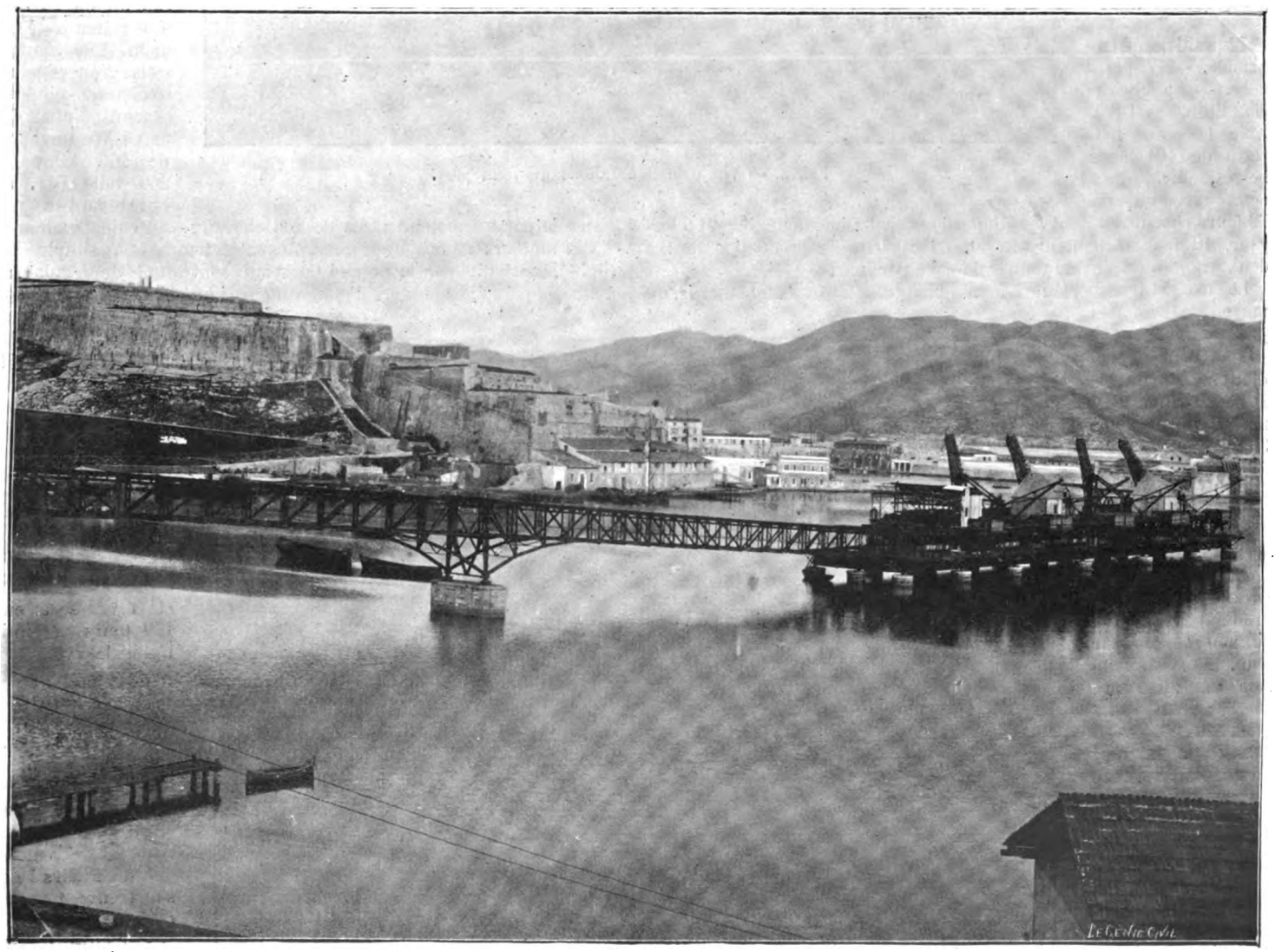


Fig. 1. — Usine métallurgique de la Société Elba : Pont de déchargement du charbon et du minerai.

Digitized by Google

Le prix de revient d'une tonne de fonte, dans ces conditions, suivant les calculs faits par M. Lürmann, en utilisant parfaitement les gaz des hauts fourneaux, peut être réduit d'environ 6 francs et, dans certains cas, ce chiffre peut s'élever jusqu'à 15 et 16 francs.

L'application de l'électricité dans ce genre d'installations est également une source d'économie, et l'on ne pourrait guère citer, actuellement, d'installation modèle de hauts fourneaux où l'énergie électrique ne soit pas employée pour la transmission de force et la manœuvre de tous les appareils accessoires.

Après une description rapide de l'installation des hauts fourneaux et de ses annexes (fig. 6), nous donnerons une étude plus complète de la partie électrique, montrant ainsi l'importance acquise par cette nouvelle source d'énergie, dans ce genre d'installations.

Dispositions d'ensemble. — *Fours à coke.* — La fabrication du coke est réalisée dans une batterie de 104 fours belges, divisée en deux groupes de 52 fours chacun, et dont les dimensions sont : longueur, 52m 91 ; largeur, 10 mètres; hauteur, 2m 50. La capacité de production de ces deux groupes est de 320 tonnes de coke par jour.

Le coke est transporté aux monte-charges allant aux gueulards, au moyen de wagonets poussés à bras.

La Société Elba étudie, en ce moment, la construction d'un nouveau groupe de 30 à 40 fours.

Hauts fourneaux. — Cette installation comporte, actuellement, deux hauts fourneaux ayant chacun une capacité de production moyenne de 200 tonnes par jour. Leurs dimensions sont : hauteur, 23m 50; diamètre au ventre, 6 mètres; au creuset, 3 mètres; au gueulard, 4m 25.

Ces deux fourneaux sont pourvus de sept appareils Cowper de 30m 50 de hauteur sur 6 mètres de diamètre extérieur, desservis par deux cheminées en briques de 75 mètres de hauteur.

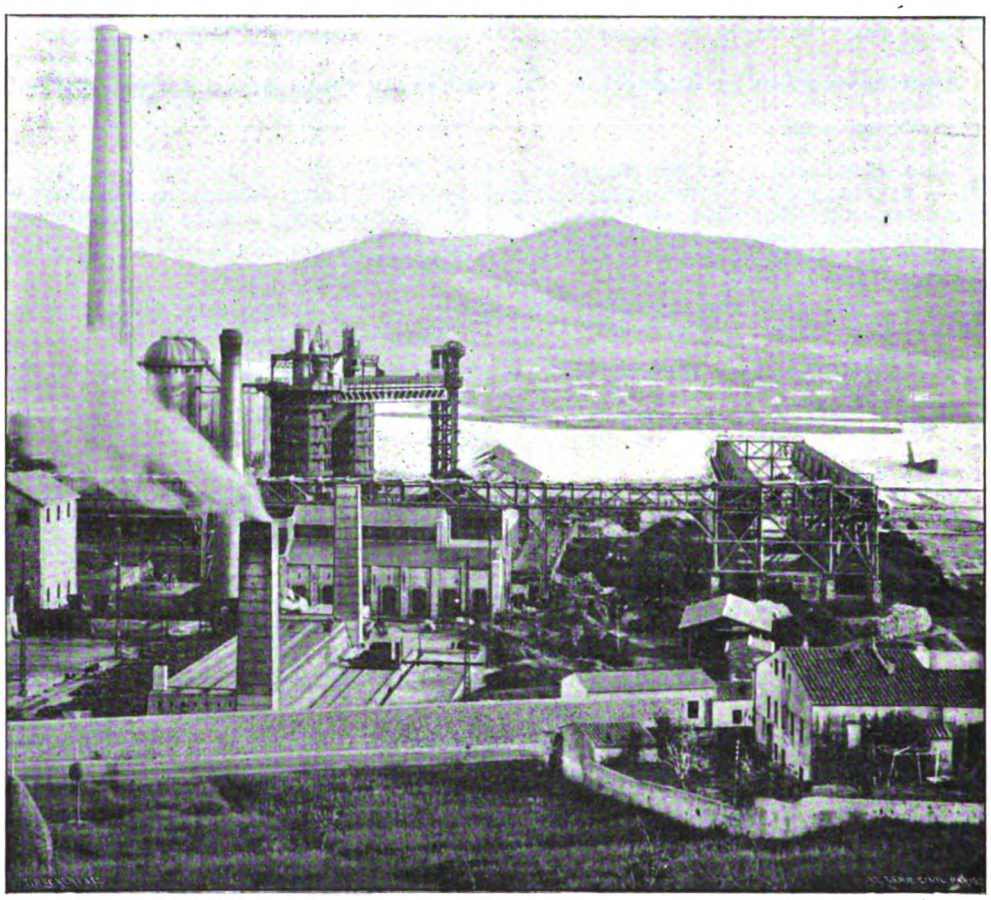


Fig. 2. — Vue d'ensemble des hauts fourneaux.

La soufflerie des hauts fourneaux est assurée par une machine à vapeur de 1 200 chevaux environ, construite par la Société de Constructions de la Meuse, et par deux machines soufflantes à gaz de 600 chevaux, du système Delamarre-Cockerill. Chaque fourneau comporte six tuyères ayant une ouverture de 0m 14 de diamètre.

Le laitier est transporté, à 150 mètres, dans des cuves d'un système américain, au moyen d'une locomotive électrique qui circule sur une voie ferrée de 1m 20. La Société a l'intention d'employer plus tard ce laitier pour la fabrication de ciment et de briques.

Les produits de fabrication destinés à l'exportation sont transportés au pont d'embarquement, au moyen d'un chemin de fer à vapeur, au gabarit de 0m 80.

Installation électrique. — Station centrale. — Le bâtiment de la station génératrice est entièrement en maçonnerie, et mesure 70 mètres de longueur sur 24 mètres de largeur. Il comprend seulement la salle des machines (fig. 4 et 5) ; la chaufferie se trouve en plein air, à une distance de 50 mètres environ.

Cette salle, vaste et aérée, est desservie par un pont roulant de 20 tonnes actionné à la main. Elle contient trois groupes électrogènes, composés chacun d'une dynamo Westinghouse de 100 kilowatts, 250 volts (fig. 5), commandée par courroie par un moteur à gaz de 200 chevaux, système Delamarre.

Ces moteurs monocylindriques, à quatre temps et à simple effet (fig. 4), construits par la Société Cockerill, sont munis de régulateurs à air comprimé, et chacun d'eux comporte un dispositif spécial qui permet à la machine de s'arrêter automatiquement, dans le cas où l'eau de refroidissement viendrait à manquer. Le réglage de ces moteurs se fait par « tout ou rien ». Le diamètre du cylindre est de 850 millimètres avec une course de piston de 1 mètre, et la vitesse atteint 150 tours par minute. Le volant a 4m 50 de diamètre. La mise en marche de ces moteurs se fait avec de la benzine; la première aspiration et la première compression ont lieu au moyen d'un treuil à main.

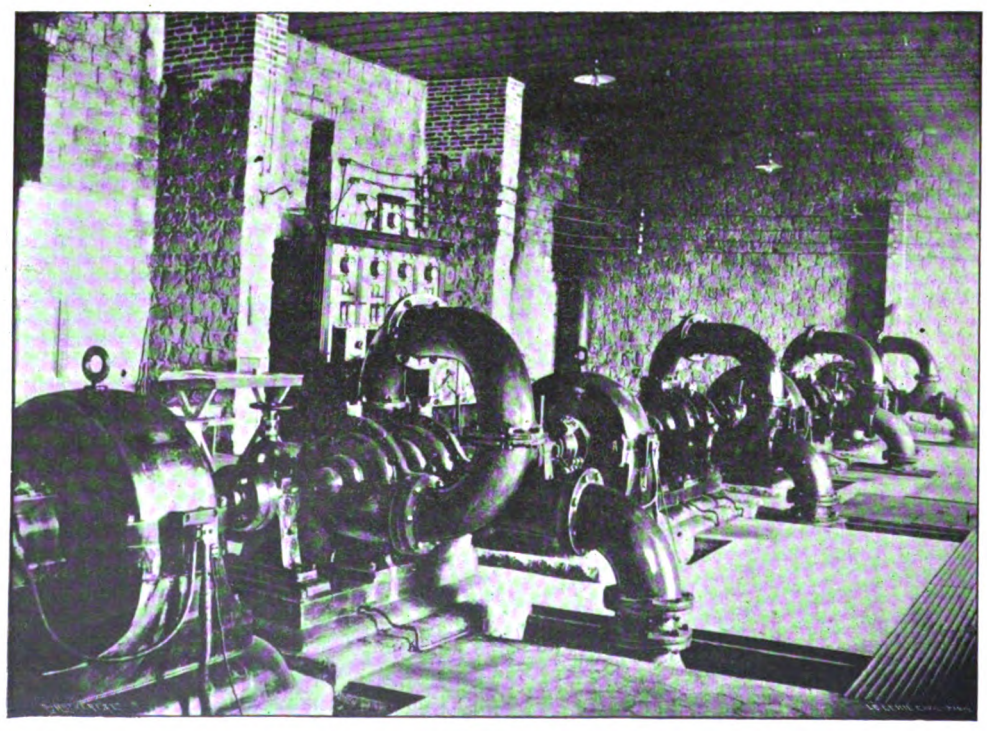


Fig. 3. — Installation des pompes.

Les moteurs à gaz se trouvent d'un côté de la salle et les dynamos de l'autre, dans le sens de la largeur ; la distance de l'arbre d'un moteur à l'arbre de la dynamo est de 11m 50.

Pour purifier les gaz des hauts fourneaux, afin de les utiliser dans les moteurs, on a recours à un épurateur Theisen (fig. 6) actionné par un moteur électrique Westinghouse de 5 chevaux.

Dans la salle des machines, à côté des machines soufflantes, dont

Digitized by Google

nous avons parlé plus haut, se trouve encore un groupe électrogène de 200 kilowatts, composé d'une dynamo compound Westinghouse, 250 volts, tournant à 450 tours par minute, commandée également, au moyen d'une courroie, par une machine à vapeur de 300 à 370 chevaux, faisant 82 tours. La distribution est à soupapes équilibrées, avec une admission qui peut varier de 0 à 55 % de la course.

L'échappement de cette machine, ainsi que de celle de 1 200 chevaux de la machine soufflante, se fait dans des condenseurs à surface, placés dans le sous-sol de la salle.

Les machines à vapeur sont surtout destinées aux mises en marche, pour lesquelles il eût fallu installer un service compliqué de gazogènes, épurateurs, etc., si l'on avait voulu supprimer entièrement la vapeur.

Chaufferie. — La chaufferie comporte six chaudières, dont trois du type Cornwall à deux foyers; elles ont une surface de chauffe de 100 mètres carrés et sont chauffées par les gaz des fours à coke. Les trois autres sont multitubulaires, et ont une surface de chauffe de 265 mètres carrés. Elles sont chauffées par les gaz des hauts fourneaux, et pourvues, en outre, d'une grille pour pouvoir être également chauffées au charbon.

Toutes ces chaudières sont timbrées à 10 kilogrammes.

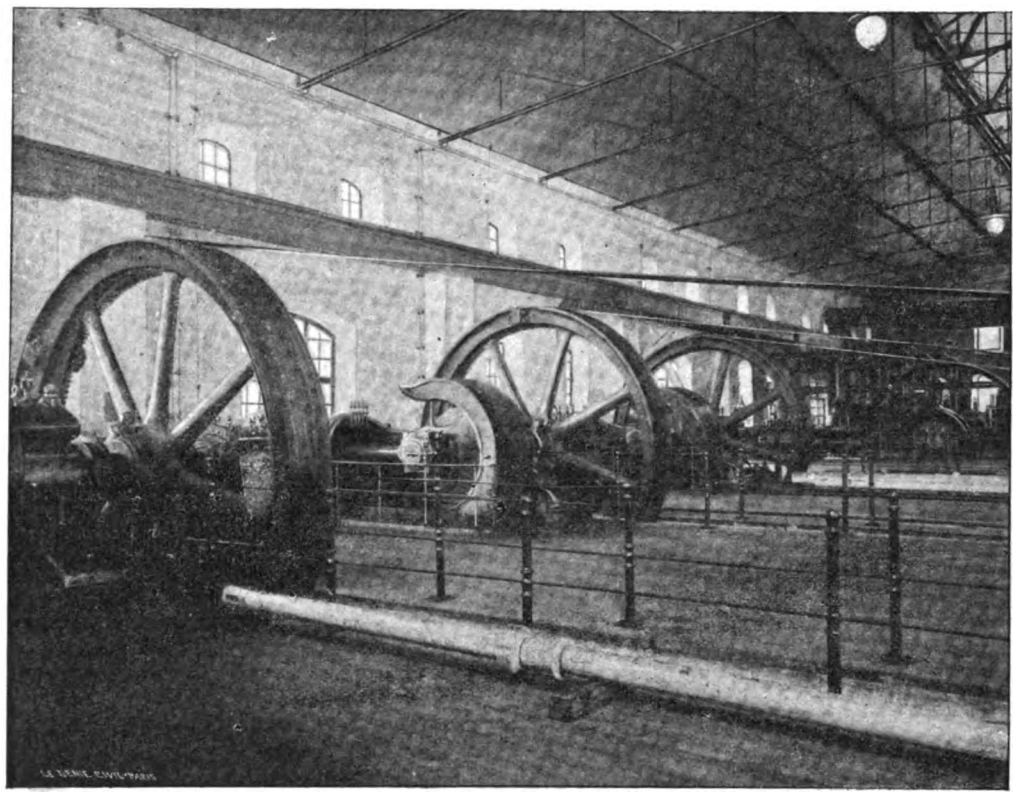


Fig. 4. — Salle des machines : moteurs à gaz Delamarre.

Tableau de distribution. — Près des trois groupes électrogènes de 100 kilowatts se trouve le tableau de distribution, composé de dix panneaux en marbre blanc. Les panneaux sont ainsi distribués : quatre pour les génératrices (trois de 100 kilowatts et une de 200 kilowatts), un panneau de charge, trois panneaux pour double départ de feeders alimentant le transport de force, et deux panneaux de feeders pour l'éclairage. Cet éclairage est assuré, dans toute l'installation, par 40 lampes à arc et par 250 lampes à incandescence.

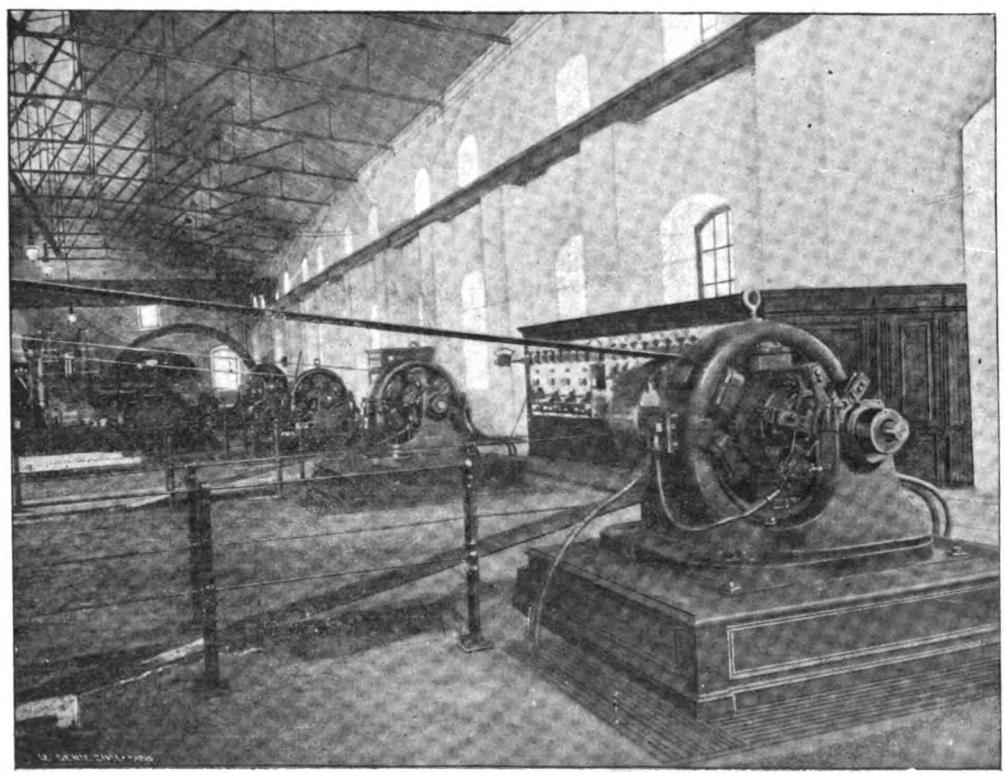


Fig. 5. — Salle des machines : dynamos Westinghouse.

Monte-charges. — Le chargement du minerai, de la castine et du coke se fait au moyen de deux monte-charges, qui montent les wagonets chargés directement au-dessus des gueulards.

Ces monte-charges sont calculés pour élever, à une hauteur de 28 mètres, 2 300 tonnes de minerai et de charbon en vingt-quatre heures. Ils sont actionnés par deux moteurs série Westinghouse de 55 chevaux. Ces moteurs sont du type fermé et analogues au type normal Westinghouse pour chemins de fer. Ils sont directement accouplés aux trains d'engrenages des monte-charges, au moyen de manchons. A chaque extrémité de l'arbre du moteur, et dans son prolongement, se trouve un pignon de 240 millimètres, qui transmet l'effort par un train d'engrenages à deux tambours, sur lesquels viennent s'enrouler les câbles des monte-charges.

Les appareils contrôleurs sont du type « collecteur » avec soufflage magnétique, construits pour un service très dur; le jeu des résistances est réparti sur seize touches. Ce type de contrôleur est construit spécialement pour les services où il n'est pas nécessaire d'obtenir un réglage très sensible de la vitesse, et où les démarrages et les renversements de marche sont brusques et fréquents.

Bâtiment des pompes. — L'alimentation en eau, pour cette importante installation, est assurée par des pompes centrifuges placées dans un bâtiment de 18 mètres de longueur sur 11 mètres de largeur. Ce bâtiment contient quatre groupes, chacun de deux pompes conjuguées en tension (fig. 3); chaque groupe peut élever à l'heure 250 mètres cubes d'eau de mer, à une hauteur maximum de 30 mètres de niveau à niveau. Une des pompes de chaque groupe aspire directement l'eau dans sa conduite d'aspiration, l'autre la refoule dans des conduites qui aboutissent à deux réservoirs de 250 mètres cubes chacun.

Chaque groupe est commandé par un moteur shunt Westinghouse de 60 chevaux, à vitesse normale de 850 tours par minute. Au moyen d'un rhéostat d'excitation, ces moteurs peuvent avoir une vitesse de 890 tours par minute, développant alors une puissance de 63 chevaux effectifs. Ils attaquent directement les pompes, et sont accouplés à celles-ci au moyen de manchons semi-élastiques. La figure 3 montre la disposition de ces pompes, ainsi que le tableau de distribution à quatre panneaux, muni des rhéostats d'excitation et de démarrage.

L'eau est utilisée pour le refroidissement des tuyères et bâches des

Digitized by Google

hauts fourneaux, ainsi que pour les condenseurs, et le refroidissement des moteurs à gaz. L'eau douce pour l'alimentation des chaudières est puisée, au moyen de pompes électriques et à vapeur, dans des puits situés dans une vallée, à une distance de 4 kilomètres.

Pont de déchargement et chemin de fer aérien. — Le pont de déchargement (fig. 1) est entièrement construit en fer, dans la partie qui se trouve directement sur l'eau ; la partie sur terre est en bois. Toutes les parties métalliques ont été exécutées par les ateliers de construction de Savigliano, d'après les dessins de la maison Bleichert, de Leipzig.

Sur ce pont se trouvent installés, dans des cabines, trois moteurs compound, du type ouvert Westinghouse, multipolaires, de 50 chevaux, donnant, sous une tension de 220 volts, une vitesse de 900 tours par minute. Un de ces moteurs actionne les cabestans du chemin de fer aérien ; les deux autres actionnent, chacun, quatre grues : deux grandes pour le déchargement du charbon, deux petites pour le déchargement du minerai.

Le moteur des cabestans du chemin de fer actionne, par courroies, les poulies des deux cabestans, qui tournent à 45 tours par minute ; cette vitesse est encore réduite à 6,34 tours au moyen d'un engrenage donnant au câble tracteur une vitesse de 0m 75.

Le chemin de fer est un rail suspendu ; le câble tracteur se trouve au-dessus du rail, supporté par les mâchoires des wagonets ; ces mâchoires servent également à accrocher les wagonets, à des intervalles de 20 mètres. La longueur de ce chemin de fer est de 1 100 mètres pour le minerai ; celui du charbon a une longueur de 750 mètres environ.

Pour les deux autres moteurs, dont nous avons parlé plus haut, et qui actionnent les grues, la vitesse est réduite au moyen de deux arbres intermédiaires ; le premier a une vitesse de 395 tours et le second une vitesse de 135 tours par minute. De ce deuxième arbre, la force est transmise, par courroie, à quatre treuils (deux treuils pour le charbon et deux pour le minerai) ; les tambours de ces derniers ont une vitesse de 27 tours par minute. Les treuils sont calculés pour une charge de 2 tonnes, et sont pourvus d'un accouplement à friction.

Le mouvement de direction des grues est donné à la main. La descente des charges s'effectue en débrayant l'accouplement à friction et en agissant sur le frein.

Les grandes grues pour le charbon ont une portée de 16 mètres ; la flèche de la grue porte deux chemins de roulement, constitués par des rails disposés l'un au-dessus de l'autre. L'un d'eux reçoit un chariot auquel est suspendue la benne ; sur l'autre, peut se déplacer un contrepoids mobile ; un câble, relié au contrepoids, passe sur une poulie placée au sommet de la flèche et va, ensuite, s'enrouler sur le treuil de la grue. L'axe de la poulie du sommet de la flèche porte un frein. La benne vide et le chariot ont un poids inférieur à celui du contrepoids, de sorte que, dans ces conditions, le contrepoids tend à descendre et à remonter la benne vers le sommet de la flèche. Lorsque la benne est pleine, au contraire, son poids est prépondérant, et il suffit de desserrer le frein de la poulie de tête pour permettre à la benne de descendre le long de la flèche, afin d'aller se vider dans la trémie.

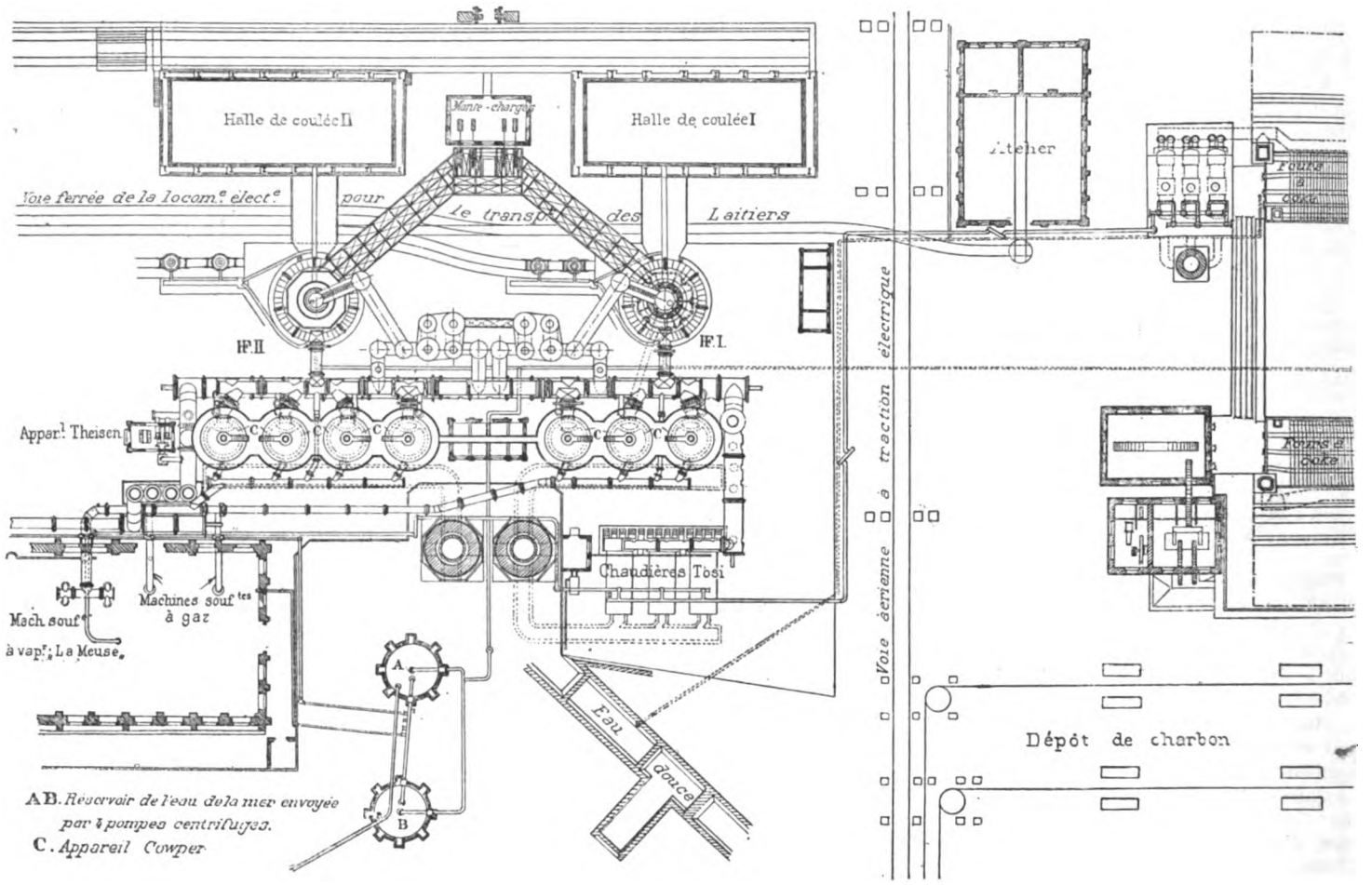


FIG. 6. — Plan d'ensemble de l'installation des hauts fourneaux d'Elba.

L. O.

TRAVAUX PUBLICS

CONSTRUCTION PAR L'AIR COMPRIMÉ
de nouvelles cales sèches, au port de Kiel.

(Planche XXVI.)

Les dimensions toujours croissantes des navires de guerre ont conduit l'amirauté allemande à doter de deux nouvelles cales sèches le port de Kiel. Celui-ci en possédait déjà quatre, dont la plus grande pouvait recevoir des navires de 127 mètres de longueur et de 20m 70 de largeur, avec un tirant d'eau de 8m 15. Ces formes de radoub, assez grandes pour les unités de combat actuelles, ne permettaient pas, en cas de guerre, de loger plusieurs navires simultanément. Les nouvelles formes, dont la construction a été commencée en 1897, ont toutes deux une longueur utile de 175 mètres, une largeur de 30 mètres, et une profondeur de 11m 25 en tête.

Dispositions générales des chantiers. — Le plan d'ensemble (fig. 1), montre (1) l'emplacement des nouvelles cales et de la station d'exhaure qui les dessert.

Pour éviter l'immobilisation d'un trop grand espace et la démolition de bâtiments déjà existants, on s'est décidé à prendre l'emplacement des cales en partie sur la mer. Quoique la marée se fasse peu sentir à Kiel, des variations de 1 mètre, de part et d'autre du niveau moyen des eaux, y sont assez fréquentes, suivant la direction des vents. Le flot suit la direction du rivage, et il est très violent, par les grands vents de

(1) D'après la *Zeitschrift für Bauwesen.*

Digitized by Google

nord-est. Ces considérations, aussi bien que la possibilité d'augmenter ultérieurement la longueur des cales sèches et d'en construire d'autres à côté d'elles, ont fixé le choix de l'orientation à leur donner (fig. 1).

La fermeture des bassins se fait par des portes flottantes qui viennent s'appuyer sur des épaulements disposés à cet effet. L'une d'elles limite à 140 mètres la longueur du bassin; une chambre latérale est ménagée pour son logement. La deuxième donne au bassin une longueur de 175 mètres.

Les massifs des bassins sont en béton; les épaulements, ainsi que les parois des murs de tête sont revêtus de granit; de même les radiers et les chemins de glissement, tandis que les gradins sont en basalte; les parois latérales sont maçonnées en briques extra-dures. La figure 2 montre la coupe transversale de l'installation faite par la chambre des pompes.

Les pompes, établies en contre-bas du sol, sont mues par des moteurs triphasés, et prennent l'eau dans un puisard commun. Leur débit individuel est de 2 mètres cubes par seconde, de sorte que l'un des bassins, contenant en moyenne 60000 mètres cubes d'eau, peut être mis à sec par deux pompes en moins de quatre heures. Les cabestans, aussi bien que les vannes des aqueducs, les pompes et la porte flottante sont mus électriquement.

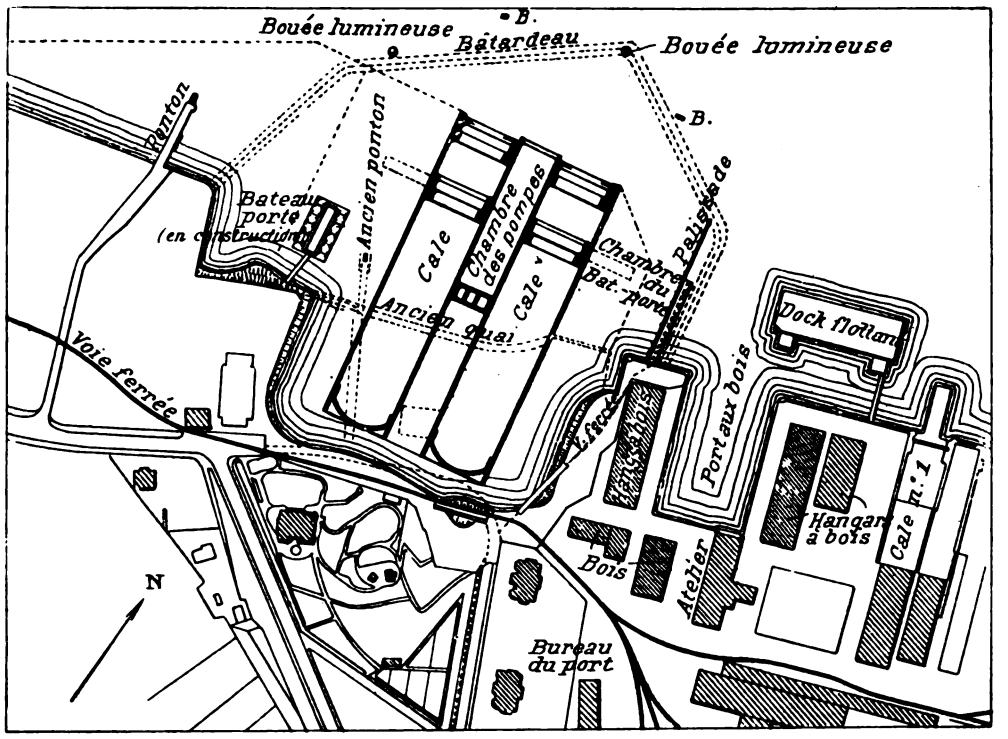


FIG. 1. — Plan d'ensemble des chantiers.

Travaux de construction. — Le sol, sur l'emplacement choisi, était constitué par un fond de vase, mêlée de gravier, étendu sur une nappe argileuse à 12 mètres de profondeur; cette nappe, qui renferme des poches vaseuses, très perméables, repose, à la cote moyenne de 17 mètres, sur une couche de sable constituant un terrain solide.

On ne pouvait, dès lors, songer à exécuter les travaux à sec, par suite des infiltrations inévitables. S'inspirant du procédé employé dans les travaux du port de Gênes, la firme Holzmann et Cie, de Francfort, proposa l'emploi d'un caisson à air comprimé de grandes dimensions, et ce projet fut adopté.

Comme il fallait procéder avec rapidité, aussitôt le terrain déblayé et les voies du chantier aménagées, on commença les fouilles, partie à sec, partie par dragages, en même temps que l'on construisait la grande cloche à air comprimé. Aussitôt terminée, cette cloche servit à exécuter les bétonnages depuis le radier jusqu'à la profondeur de 3 mètres, tandis qu'on en mettait sur chantier une autre plus petite pour travailler aux profondeurs inférieures à 3 mètres. En même temps on construisait la porte flottante. Dès que le mur de tête, l'épaulement extérieur et le gros œuvre de la première cale furent terminés, on mit en place cette porte flottante, et l'on put vider la forme de radoub pour l'achever à sec. Il fut procédé de même pour la seconde cale.

Afin d'empêcher les vases très fluides de combler les fonds déblayés par les dragues, on établit une digue protectrice dont la crête, large de 5 mètres, se trouvait à une profondeur suffisante pour ne pas entraver la circulation des bateaux. La figure 1 montre le tracé de ce batardeau. Les matériaux, pris sur une colline voisine et amenés par locomotive sur un pont de service, étaient transportés par bateau à pied d'œuvre.

Les fouilles proprement dites furent faites à l'aide de deux dragues, construites pour travailler à la profondeur de 19 mètres. Dans ces conditions, et selon la nature du sol, la drague extrayait de 500 à 1 500 mètres cubes par journée de vingt heures.

GRAND CAISSON A AIR COMPRIMÉ. — On avait d'abord songé à se servir d'un caisson à déplacement libre, comme au port de Gênes, mais la configuration et la dureté variable des lits à traverser ont amené les entrepreneurs à le suspendre à un échafaudage flottant; divers incidents, survenus au cours du travail, ont confirmé le bien fondé de leurs prévisions.

La cloche, dont les dimensions ont été prévues pour qu'elle pût, au besoin, être remorquée dans le canal de Kiel, a une section rectangulaire de 42 mètres sur 14 mètres (fig. 1 et 2, pl. XXVI). Elle a 5 mètres de hauteur, dont 2m 50 pour la chambre de travail et 2m 50 pour la chambre de flottaison, séparée de la première par une cloison métallique contreventée par des poutres en treillis. La chambre de flottaison est divisée par des cloisons, en trois parties, dont chacune contient un lest de béton.

Dans l'axe du caisson, se trouve un réservoir cylindrique, parfaitement étanche, et d'une capacité de 100 mètres cubes. Il reçoit un

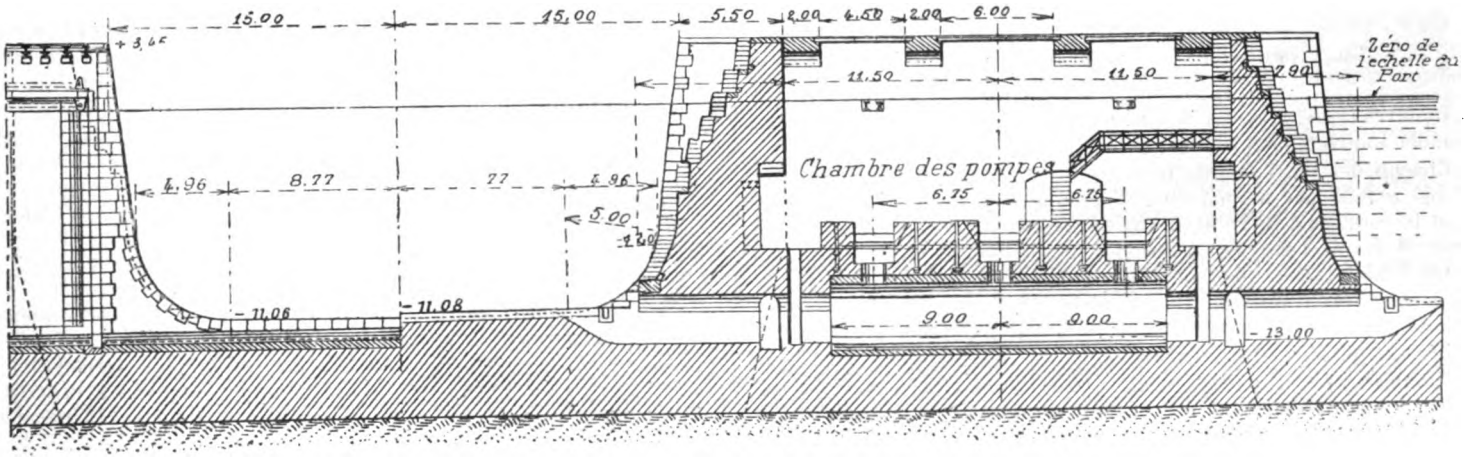


FIG. 2. — Coupe transversale des cales et de la salle des pompes.

ballast d'eau que l'on fait varier à mesure que le caisson descend. Des consoles, fixées au plafond de la chambre de travail, supportent des rails sur lesquels circulent les wagonets de matériaux, suspendus par leurs galets de roulement. Sept puits tubulaires communiquent avec la chambre de travail; l'un d'eux porte un sas à béton. Les puits ont à leur partie inférieure une fermeture étanche, qui permet de les raccourcir ou de les allonger sans laisser tomber la pression dans la chambre. Sur le plafond du caisson sont ménagés des trous d'homme, dont les couvercles portent les tuyaux qui amènent l'air comprimé.

Digitized by Google

Le caisson est suspendu, par vingt tirants, à un échafaudage supporté par deux bateaux. Quand la chambre du travail est pleine d'air, la force ascensionnelle contre-balance le poids de la cloche et de son échafaudage mobile. Pour la vaincre, sans parler du ballast d'eau, on a placé dans la chambre supérieure une couche de 35 centimètres de béton; en outre, des gueuses de fonte, des riblons et des vieux rails sont placés sur le plafond du caisson, de façon à répartir également sur chaque tirant la charge totale, qui se décompose comme suit :

Poids propre de la cloche	tonnes.	345
— des sas à air et de la partie d'échafaudage reliée à la cloche	—	50
— du béton coulé dans la chambre supérieure du caisson	—	736
— des gueuses, rails et riblons	—	859
— du cube d'eau contenu dans le caisson et le cylindre à lest d'eau	—	1168
Soit au total	tonnes.	3158

La cloche fut construite sur un plancher en bois amovible, puis chargée de ballast et assujettie à ses tirants. Le caisson, ainsi que le cylindre à lest d'eau, étant alors remplis d'eau, on introduisit l'air sous pression dans la chambre inférieure, et on acheva de placer le ballast sur le plancher supérieur de la cloche. On donna enfin aux puits tubulaires la longueur convenable, et on y adapta les sas à air.

Dispositifs particuliers. — Le choix d'un échafaudage flottant obligeait à de fréquentes opérations de montée ou de descente, tant par suite des changements de place dans le travail qu'à cause des variations du niveau des eaux. Cette manœuvre a été grandement facilitée par l'emploi de vérins hydrauliques.

Chaque tirant porte bien une tige filetée solidaire d'un écrou de

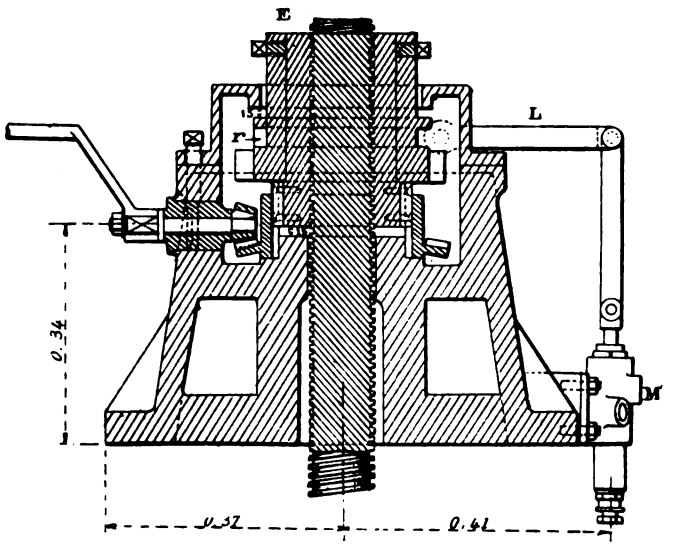


Fig. 3. — Coupe verticale de l'écrou qui commande le vérin hydraulique.

manœuvre (fig. 7 et 8, pl. XXVI), mais cet écrou ne sert qu'à commander indirectement le vérin.

Chacun des vingt tirants porte, à sa partie supérieure, un piston plongeur relié par un manchon d'accouplement à une tige filetée, et dont la course est de 2m50. Le cylindre dans lequel il se meut est en acier et reçoit l'eau à la pression de 100 atmosphères; il produit un effort limité, grâce à des soupapes de sûreté, à 17t5.

Le corps de pompe de chaque vérin (fig. 7 et 8, pl. XXVI) repose, par sa partie médiane, sur un bâti S susceptible, grâce à une rotule sphérique, de légers mouvements.

Un autre palier P fixé, 3 mètres plus bas, à des consoles, reçoit l'écrou de la tige filetée et présente un jeu ménagé de telle sorte que l'écrou E, commandé par un engrenage d'angle et une manivelle, peut monter ou descendre de 15 millimètres, ainsi que le montre la figure 3. L'écrou porte une rainure *r*, dans laquelle s'engage un taquet rivé à un levier de commande L qui actionne le piston d'un distributeur M.

Distributeur. — Dans cet appareil (fig. 4 à 6), l'eau sous pression arrive par la tubulure; l'orifice D communique avec le vérin, l'orifice C avec la conduite de retour, et l'orifice A avec l'évacuation : ce dernier n'est, d'ailleurs, ouvert que lors du changement des tiges.

Le cylindre se trouve divisé en trois parties par trois bagues *b*, *b'*, *b''*, dont deux présentent des évidements circulaires, et qui sont séparées les unes des autres par des cuirs emboutis assurant l'étanchéité entre les trois compartiments.

Le piston K est percé de quarante-huit trous *t* répartis en deux groupes de trois couronnes de trous chacun, la distance entre les deux groupes correspondant à l'intervalle entre les compartiments.

Dans la position moyenne (fig. 4) les communications sont interrompues. Si l'écrou baisse, le piston en s'élevant (fig. 5) permet à l'eau sous pression d'entrer dans la chambre F et de se rendre au vérin. En s'abaissant, au contraire, le piston fait communiquer le vérin avec la conduite de retour (fig. 6).

Ce dispositif constitue un servo-moteur qui simplifie beaucoup la marche des opérations.

Tous les écrous peuvent, d'ailleurs, être actionnés directement, par groupes de cinq, au moyen d'un moteur triphasé de 5 chevaux; chaque écrou se déplace alors de 40 millimètres par minute. L'équilibrage des tirants, une fois établi, est maintenu automatiquement par l'appareil.

On peut raccourcir ou allonger les tirants (fig. 8, pl. XXVI) selon

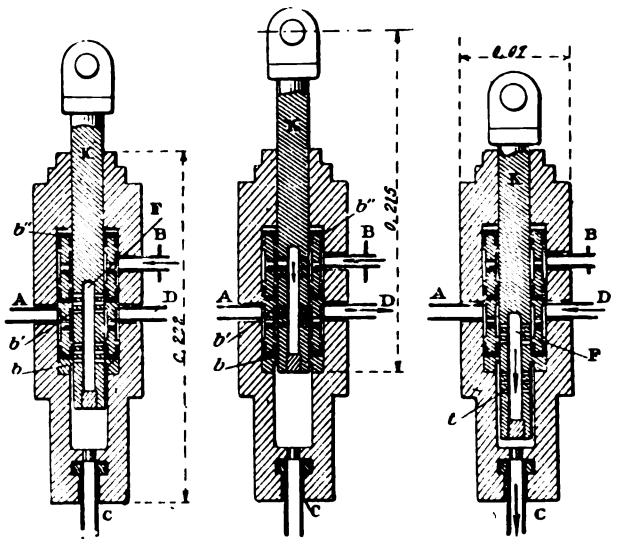


Fig. 4 à 6.
Distributeur d'eau sous pression pour les vérins hydrauliques.

les besoins du travail, l'engrenage de commande de chaque écrou étant, par un déclavetage, rendu indépendant de celui-ci. Le remplacement des vingt tirants exige de trois à quatre heures, en supposant qu'on ne change à la fois que l'un des tirants de chaque côté, la cloche se trouvant suspendue aux seize autres.

L'eau est comprimée à 100 atmosphères par trois pompes débitant 20 litres d'eau à la minute et reliées à un accumulateur de 16 litres de capacité.

Ces pompes, logées dans l'un des bateaux sont actionnées par un moteur triphasé de 15 chevaux; l'eau, additionnée de glycérine, s'emmagasine dans l'accumulateur ou retourne, automatiquement, au réservoir d'alimentation.

Puits et sas à air. — Les puits sont constitués par une série de tubes de 0m88 de diamètre, et de 2m50 de longueur, assemblés par des cornières avec joints en caoutchouc. Les sas à air pour le personnel (fig. 5 et 6, pl. XXVI), en forme de cylindre horizontal de 2m10 de diamètre et 3 mètres de longueur, sont séparés en deux chambres, dont la plus petite peut écluser quatre personnes, tandis que la grande sert aux changements de postes. Le sas est muni de bancs et ses dimensions sont suffisantes pour transporter, même sur civières, les ouvriers malades ou blessés.

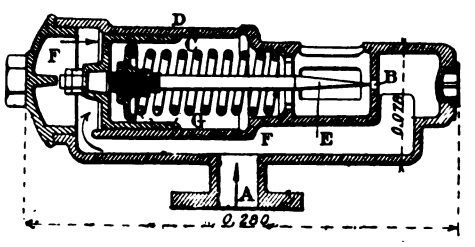


Fig. 7.
Régulateur de pression pour les sas à air.

L'équilibrage de la pression, dans chaque sas, est obtenu par des robinets spéciaux, dont l'ouverture produit des changements de pression réguliers : 0,1 atmosphère par minute, à l'entrée, et 0,5 atmosphère, à la sortie du sas. A cet effet (fig. 7), l'air sous pression entré par l'orifice A se répand dans la chambre F, et doit, pour sortir, traverser l'orifice B, que peut fermer un pointeau E relié à un piston C mobile dans le cylindre D; un ressort antagoniste G tend à écarter le pointeau de l'orifice B. Piston, ressorts et pointeau sont calculés selon les dimensions des chambres et suivant la différence de pression à produire. D'autres robinets permettent de remplacer l'air vicié dans les sas du personnel.

Digitized by Google

Les sas à air renferment une conduite de 100 millimètres munie, à sa partie inférieure, d'un tuyau flexible garni d'une crépine, qui permet d'évacuer l'eau ou les boues.

Le sas à béton (fig. 3 et 4, pl. XXVI) renferme une conduite de 500 millimètres de diamètre allant jusqu'à la partie inférieure du puits à béton, en libre communication d'air avec lui, et dont les deux extrémités sont évasées en entonnoir. C'est par cette canalisation qu'on introduit le béton; on la maintient remplie pour éviter la chute brusque du béton dans le puits. Grâce à elle, on supprime l'usure et la perforation des parois du puits par le frottement continuel des matériaux, et les pertes d'air qui en résulteraient.

Des quatre autres puits en communication avec la chambre de travail, et dont le diamètre est de 1m 35, deux servent à la manutention des matériaux; les sas à air y sont disposés de façon qu'un même treuil puisse mouvoir les bennes circulant dans ces puits, l'une des bennes montant tandis que l'autre descend. Le moteur de 20 chevaux, qui actionne le treuil, possède un frein magnétique automatique.

Dans la cale de l'un des bateaux sont installées les pompes à air, au nombre de quatre, mues chacune par un moteur triphasé de 30 chevaux. Elles sont séparées en deux groupes par une cloison étanche; les transmissions sont disposées de façon que chaque moteur puisse actionner deux pompes ou que, pour augmenter la pression de l'air, deux moteurs actionnent une même pompe. Chaque pompe aspire, par heure, 460 mètres cubes d'air.

Ajoutons enfin que, sur le pont de manœuvre, sont installés des grues et un pont roulant porteur de deux treuils de 10 tonnes; enfin, un treuil pour descendre le mortier, et trois bétonnières dont la production par heure est de 20 mètres cubes de béton pour chacune d'elles.

L'ensemble des machines installées sur le caisson à air comprimé exige une puissance de 220 chevaux, fournie par courant triphasé à 330 volts. L'installation à courant continu à 110 volts, réservée à l'éclairage, tant intérieur qu'extérieur et au frein magnétique dont nous avons parlé, n'absorbe que 20 chevaux.

Petit caisson à air comprimé. — Le petit caisson utilisé pour travailler en deçà de la profondeur de 3 mètres, et élever le muraillement jusqu'à 0m 50 en dessus du niveau normal des eaux, a 10 mètres de longueur sur 7 mètres de largeur; il est disposé d'une façon analogue au précédent. Comme on devait pouvoir le maintenir au-dessus de l'eau pour maçonner la partie supérieure des murs, on l'a relié, sans l'intermédiaire d'échafaudages, aux parois de deux bateaux.

Travaux de maçonnerie. — Pour terminer, nous dirons que les travaux de fonçage et de maçonnerie se sont poursuivis par postes de huit heures dans la grande cloche, avec vingt à vingt-quatre hommes en chantier, et par postes de douze heures avec dix à douze hommes dans la petite, sans interruption.

Le cube des maçonneries comprenait, pour le gros œuvre, 145 000 mètres cubes de béton et ciment, et 12 000 mètres cubes pour les revêtements en briques et pierres de taille. Celles-ci n'étaient pas introduites dans la chambre de travail par les sas, mais amenées, à l'endroit précis repéré au théodolite, par un engin de transport, puis immergées, et la cloche était ensuite remise en place.

On a pu exécuter jusqu'à 350 mètres cubes de maçonnerie et de béton par jour avec la grande cloche, et 50 mètres cubes avec la petite; les diverses assises, d'une hauteur de 75 à 85 centimètres, embrassaient toute la surface couverte par le caisson.

Le prix de revient des caissons et des appareils annexes s'est élevé à 850 000 marks; le mètre cube de béton, mis en place au moyen de l'air comprimé, a coûté environ 33 marks.

AUTOMOBILES

ÉTUDE DU DÉRAPAGE DES AUTOMOBILES

(Suite et fin [1].)

Choix des dimensions les plus avantageuses a attribuer au véhicule. — Considérons les couples Y et Z, situés dans les plans verticaux transversal et longitudinal passant par le centre de gravité. Dans chacun d'eux, le moment de stabilité est dû aux réactions verticales du sol p, qui figurent dans des termes multipliés par les facteurs a, b, c et d; le moment de renversement est dû aux réactions tangentielles r et s, toujours multipliées par le facteur h (fig. 1).

On en conclut immédiatement que la stabilité de l'automobile sera d'autant mieux assurée contre le danger de verser ou de faire panache, que les dimensions horizontales a, b, c et d seront plus grandes, et que la hauteur h sera plus petite.

Il faut donc placer le centre de gravité aussi bas que possible, mais on est arrêté par la convenance de ne pas donner aux roues des diamètres trop petits. On augmenterait de la sorte, de façon notable, la résistance au roulement, au détriment de la vélocité. D'autre part, le moindre obstacle, caillou, caniveau, saillie ou flache du sol, donnerait lieu, sur une roue de diamètre trop réduit, à des réactions formidables, susceptibles de détraquer la voiture, si elles ne la faisaient pas déraper ou verser. On perdrait donc d'un côté ce qu'on gagnerait de l'autre. En définitive, il faut adopter la hauteur minimum h compatible avec un diamètre convenable des roues.

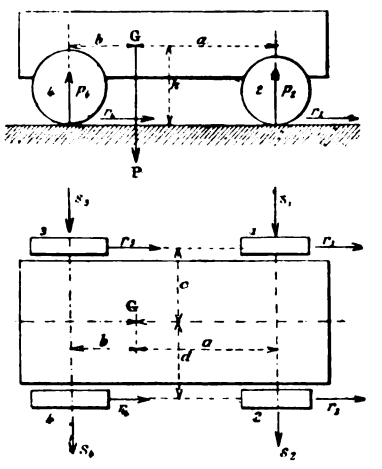


Fig. 1.

Admettons que, le véhicule étant bien construit et bien réglé, on ait : $c = d$. La largeur totale $2c$ ne peut être indéfiniment augmentée. On est, ici encore, arrêté par des considérations d'ordre pratique qui obligent à limiter la largeur. Il ne faut pas, d'ailleurs, dépasser entre les saillies des moyeux la distance de 2m 50 qui est prescrite dans le règlement sur le roulage, du 10 août 1852. Si l'on veut pouvoir circuler aisément dans les rues encombrées et passer sous les portes cochères, il est bon de s'en tenir à la largeur normale des voitures légères à chevaux.

Quant à la longueur totale $a + b$ ou l, elle ne doit pas être trop considérable, si l'on veut faire commodément des virages courts aux intersections des routes.

Pour que l'automobile puisse décrire un cercle de rayon ρ, il faut faire tourner les roues d'avant de l'angle $\varepsilon = \frac{l}{\rho}$, qui est proportionnel à la longueur l. Si cet angle est trop grand, on s'exposera à des réactions violentes au début du virage. D'autre part, les roues d'arrière ne suivent pas les traces des roues d'avant : leur parcours s'en écarte d'autant plus que la distance mutuelle des essieux est plus grande. Avec des routes étroites et des virages à angle droit, on ne pourrait faire tourner un véhicule de grande longueur sans occuper toute la chaussée, au grand péril des voitures que l'on croiserait au même instant. Nous croyons inutile de nous livrer, à ce propos, à des développements sur cette question de pure géométrie. Il suffit d'avoir vu tourner, dans une rue de Paris, un long poteau porté, à ses deux extrémités, par des essieux indépendants, pour apprécier la convenance de limiter la longueur de l'automobile, afin de lui permettre de circuler sans danger dans les villes, en serpentant entre les voitures sans les accrocher, et entre les promeneurs sans les écraser.

En définitive, s'il est utile, au point de vue de la stabilité, d'attribuer à l'automobile une largeur et une longueur aussi grandes que possible, avec une faible hauteur au-dessus du sol, d'autres considérations, relatives à la douceur du roulement, à l'aptitude à franchir les obstacles, à la facilité et à la sécurité des virages, limitent, à cet égard, la liberté du constructeur.

Le problème, d'ordre essentiellement pratique, ne peut être résolu de façon satisfaisante que par l'expérience des praticiens.

Il reste à examiner quelle sera la position la plus avantageuse à attribuer au centre de gravité G, sur la distance l des deux essieux, c'est-à-dire à rechercher quel devra être le rapport $\frac{a}{b}$.

Considérons un véhicule marchant en ligne droite. Si le moteur est débrayé et les freins desserrés, la charge π de l'essieu d'arrière est égale à $\frac{Pb}{a+b}$; et celle de l'essieu d'avant à $P - \pi$.

Désignons par F le maximum absolu du coefficient de frottement des bandages sur un sol sec et raboteux. La poussée maximum $r_3 + r_4$ que le moteur, embrayé à fond, puisse, dans les conditions les plus favorables, exercer sur le sol par l'intermédiaire des roues d'arrière, sans patinage de celles-ci, sera égale à $\alpha P \times F$, en désignant par αP la fraction du poids total portée, à ce moment, par l'essieu d'arrière.

La force retardatrice maximum $r_3 + r_4$ que les freins, serrés à bloc, pourront exercer sur le sol par l'intermédiaire des roues d'arrière, sans que celles-ci se calent et glissent sur la chaussée, sera égale à $\beta P \times F$, en désignant par βP la partie du poids total portée, à ce moment, par l'essieu d'arrière.

Pour que la stabilité du véhicule soit convenablement assurée, il

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 25, p. 392.

Digitized by Google

faut que, dans le premier cas, la fraction du poids $(1 - \alpha)P$ portée par l'essieu d'avant, quand le moteur est embrayé, ne soit pas trop petite, sans quoi les roues, appuyant à peine sur le sol, seraient sujettes à glisser sous le moindre choc transversal, provenant d'une irrégularité du terrain. Il s'ensuivrait un dérapage par l'avant.

De même, il faut que, les freins étant serrés, la fraction de poids βP, portée par l'essieu d'arrière, ne soit pas trop petite, sans quoi il pourrait se produire un dérapage par l'arrière. Si, d'ailleurs, on veut que le freinage soit efficace et permette d'arrêter rapidement le véhicule lancé à toute vitesse, il convient de ne pas trop réduire la charge minimum βP de l'essieu freiné.

Si l'on se donne *a priori* les valeurs des fractions α et β, on en déduira les longueurs a et b, en se servant de l'équation $Z = 0$, qui exprime que le véhicule repose sur ses quatre roues, sans tendre au renversement ni par l'avant ni par l'arrière.

Si l'on suppose libres les roues d'avant ($r_1 + r_2 = 0$), cette équation devient :

$$0 = (p_1 + p_2)\,a - (p_3 + p_4)\,b + (r_1 + r_2)\,h.$$

Elle fournit, dans les deux hypothèses du moteur exerçant son plus grand effort, et des freins serrés à fond, sur un terrain particulièrement favorable, les deux conditions :

$$a(1 - \alpha)P - b\alpha P + F\,h\,\alpha P = 0;$$
$$a(1 - \beta)P - b\beta P - F\,h\,\beta P = 0.$$

D'où :

$$a = Fh\,\frac{2\alpha\beta}{\alpha - \beta};$$

$$b = Fh\,\frac{\alpha + \beta - 2\alpha\beta}{\alpha - \beta};$$

$$l = a + b = Fh\,\frac{\alpha + \beta}{\alpha - \beta}.$$

Nous avons supposé précédemment que le coefficient de frottement f pouvait atteindre la limite maximum 0,60, sans d'ailleurs garantir en rien l'exactitude de notre assertion. Faute de renseignements d'expérience, admettons cette hypothèse comme fondée : $F = 0{,}60$.

Supposons, d'autre part, que pour éviter le dérapage à l'avant, nous convenions de fixer à un quart du poids total la charge minimum que devra porter l'essieu d'avant $\left(\text{soit } \alpha = \frac{3}{4}\right)$, et à la moitié du poids total la charge minimum de l'essieu d'arrière, quand les freins seront serrés $\left(\beta = \frac{1}{2}\right)$.

On en conclura immédiatement :

$$a = 1{,}80\,h;$$
$$b = 1{,}20\,h;$$
$$l = a + b = 3\,h.$$

En modifiant les données numériques, on arriverait à des résultats différents.

Si l'on pose, par exemple : $F = 0{,}50$, $\alpha = 0{,}70$, et $\beta = 0{,}55$, on trouvera :

$$a = 2{,}56\,h;$$
$$b = 1{,}6\,h;$$
$$a + b = 4{,}16\,h.$$

Mais on constatera toujours que le centre de gravité doit être plus rapproché de l'essieu d'arrière que de celui d'avant.

En attribuant à b la valeur très petite : Fh, on assurerait de façon certaine le dérapage au départ sur l'essieu d'avant, en embrayant à fond le moteur, sur terrain sec et raboteux : les roues d'avant se soulèveraient, et la moindre inégalité du sol ferait pivoter le véhicule.

Rapprochons, au contraire, le centre de gravité de l'essieu d'avant. Posons, par exemple :

$$a = Fh \quad \text{et} \quad b = 3Fh.$$

En serrant les freins à bloc, sur un terrain sec et raboteux, on ne fera plus porter à l'essieu d'arrière que le cinquième du poids de la voiture. La force retardatrice sera faible, et on sera dans l'impossibilité d'amortir la vitesse dans un court délai. Le dérapage de l'essieu d'arrière, insuffisamment chargé, sera d'ailleurs une conséquence possible, et même probable, de la mauvaise répartition du poids entre les roues.

En définitive, la position la plus avantageuse à attribuer au centre de gravité de l'automobile peut être déterminée de façon rigoureuse, si l'on connaît la valeur expérimentale du maximum de l'angle de frottement sur le sol, et si l'on est fixé d'avance, par des considérations d'ordre pratique, sur les charges minima à faire supporter à l'un et l'autre essieu, pour éviter les dérapages, assurer au moteur une puissance de propulsion suffisante, et au frein une action retardatrice convenable.

DU DÉRAPAGE SANS CHOC SUR UN TERRAIN HORIZONTAL ET UNI. — Quand un véhicule se déplace en ligne droite, en vertu de sa vitesse acquise, un dérapage ne peut être que le résultat d'un choc violent, ou d'une poussée latérale, par exemple la composante du poids suivant la pente d'un terrain incliné transversalement au véhicule. Les légers déplacements dus à l'irrégularité de la chaussée s'arrêteront d'eux-mêmes, ou seront détruits par de petits mouvements de la direction, qui suffiront toujours pour ramener l'automobile à sa position normale. Le dérapage se produira de préférence sur l'essieu d'avant, moins chargé que celui d'arrière.

Supposons que le véhicule soit actionné par le moteur.

Si l'une des roues motrices d'arrière, par exemple la roue 3, vient à passer sur une zone boueuse et glissante, il pourra se faire que la poussée exercée par cette roue sur le sol, sous l'action du moteur, dépasse la limite $f_3 p_3$. La roue patinera, et l'effort de propulsion, au lieu de se partager également entre les deux roues d'arrière, se reportera, en majeure partie, sur la roue 4, reposant sur un sol sec et raboteux.

L'inégalité entre les deux réactions r_3 et r_4 donnera lieu à un couple X, et le véhicule pourra déraper, avec la roue patineuse en dedans, c'est-à-dire se rapprochant de la direction initiale du véhicule, alors que la roue 4 s'en écartera.

Si, le moteur étant débrayé, les freins sont serrés, le même phénomène pourra se produire, mais la rotation aura lieu en sens inverse : la roue patineuse 3 sera rejetée en dehors.

Dans l'un et l'autre cas, le dérapage sera d'autant plus à craindre que l'action du moteur, ou celle du frein, sera plus énergique.

Il se manifestera toujours sur l'essieu d'arrière.

Une roue ne commence à glisser que si la réaction transversale s dépasse la limite $\sqrt{f^2p^2 - r^2}$.

Plus la poussée r, due à l'action du moteur, ou bien la force retardatrice r produite par le frein, est considérable, et plus la résistance limite du véhicule au dérapage est réduite. A la limite, pour $fp = r$, cette résistance est nulle.

Toutes choses égales d'ailleurs, le péril est plus grand quand on freine que lorsqu'on fait agir le moteur, parce que dans le premier cas la charge portée par l'essieu d'arrière est moindre que dans le second, ainsi que nous l'avons fait voir précédemment.

En conséquence, toutes les fois qu'on franchit une zone jugée dangereuse, en raison de la présence de flaques boueuses isolées au milieu d'une chaussée sèche, la seule précaution à prendre est ***de débrayer le moteur et de desserrer les freins***, ou, tout au moins, d'atténuer convenablement l'action de l'un ou l'autre organe. ***Le freinage est plus dangereux que la propulsion.***

Quand un véhicule décrit une courbe, la force centrifuge est équilibrée par les réactions transversales s des quatre roues. Si le terrain est uniformément gras et glissant, le véhicule marchant en vertu de sa vitesse acquise, il pourra y avoir, à la rigueur, glissement transversal simultané des quatre roues. S'il n'y a pas homogénéité parfaite dans la surface d'appui, on constatera le dérapage d'un seul essieu, de préférence le premier, qui est moins chargé, et, par conséquent, plus disposé à être rejeté de côté par le choc dû à une irrégularité de la chaussée.

Si le moteur est en action, ou si le frein est serré, c'est l'essieu d'arrière qui dérapera, pour la raison indiquée ci-dessus. Le danger sera plus grand que dans la marche en ligne droite, par suite de l'influence des réactions initiales s dues à la force centrifuge, qui diminuent d'autant la résistance des roues au glissement transversal.

Quand, le moteur étant en action, l'une des roues d'arrière, la roue 3 par exemple, passe sur une zone boueuse, pendant que la roue 4 est sur une surface sèche et raboteuse, le danger sera augmenté si la roue 3 est à l'intérieur de la courbe décrite par le centre de gravité G de l'automobile.

Réciproquement, en cas de freinage, le danger sera plus grand si la roue patineuse est à l'extérieur de cette courbe.

En définitive, dans un virage court sur terrain glissant, la prudence exige que l'on débraye le moteur, et que l'on se garde bien de serrer les freins.

Toutefois, quand l'une des roues d'arrière s'appuie sur un terrain sec, et l'autre sur une zone glissante, on pourra faire agir le moteur de façon très modérée, si la roue patineuse est à l'extérieur de la courbe. Au contraire, on pourra serrer le frein avec précaution, si la roue patineuse est à l'intérieur. Les manœuvres inverses seraient des plus scabreuses, en ce qu'elles faciliteraient le dérapage de l'essieu d'arrière vers l'extérieur de la courbe décrite par le véhicule.

DES CONSÉQUENCES DU DÉRAPAGE. — Quand un dérapage se manifeste, on peut tenter de l'enrayer en faisant virer les roues d'avant, de façon à les ramener dans la direction de marche du véhicule. Celui-ci décrit alors une courbe à faible rayon, et la force centrifuge, venant s'ajouter aux résistances s du terrain, tend à arrêter le déplacement transversal des roues d'arrière.

Mais si, en raison de la vitesse de l'automobile, ou par défaut d'espace libre, on n'a pu empêcher l'axe longitudinal de dévier de façon sen-

Digitized by Google

sible de la direction de marche, la rotation par dérapage se poursuivra avec une vitesse croissante. La force d'inertie $\frac{P}{g}\frac{dv}{dt}$, étant oblique à l'axe longitudinal de l'automobile, a une composante normale à cet axe, et détermine sur les roues des réactions s de plus en plus élevées. Le couple de dérapage s'accroît. Soit que l'essieu d'avant continue à rouler sans glisser, soit qu'il dérape lui-même, la direction devient impuissante à enrayer le mouvement de rotation.

Le freinage ou la mise en action du moteur ne peuvent qu'aggraver la situation.

Si le terrain est indéfiniment horizontal, uni et glissant, la voiture fait tête à queue, et tourbillonne sur la chaussée. Il peut arriver qu'elle fasse plusieurs pirouettes sur elle-même avant de s'arrêter.

Le plus souvent, l'essieu glissant finit par rencontrer un obstacle, bordure de trottoir, mur, terrain raboteux et irrégulier, ou terrain mou dans lequel les roues s'enfoncent.

Si cette rencontre a lieu dès le début du virage, le choc qui en résulte peut arrêter le déplacement transversal et replacer l'automobile dans sa position normale, sans autre conséquence que des avaries plus ou moins graves.

Mais si, la vitesse de marche du véhicule étant considérable, l'obstacle n'intervient qu'après que l'axe longitudinal a subi une forte déviation, le dérapage est bien arrêté, mais la force d'inertie de translation $\frac{P}{g}\frac{dv}{dt}$ devient assez élevée pour déterminer un couple Z de grande intensité. Si le véhicule ne se brise pas contre l'obstacle, il verse, et peut même faire plusieurs tours autour de son axe longitudinal.

Le renversement sur le côté est donc généralement la conséquence d'un dérapage en vitesse, arrêté brusquement par un accroissement instantané et considérable du coefficient de frottement sur le sol.

Des dérapages dus a des chocs ou a des poussées latérales. — L'étude des conditions dans lesquelles le dérapage peut se produire, par suite d'actions extérieures, peut toujours être faite par la méthode générale que nous avons exposée. Toute force extérieure à action prolongée ou à action instantanée (impulsion due à un choc), peut être remplacée par trois composantes passant par le centre de gravité et parallèles respectivement à A, B et C, et par trois couples situés dans les plans X, Y et Z. Si, dans l'expression du couple X, les réactions limites du sol sur les roues peuvent équilibrer les forces extérieures dont il s'agit, le véhicule continuera sa route sans accident. Dans l'hypothèse contraire, le dérapage se produira avec toutes ses conséquences, d'autant plus désastreuses que la vitesse sera plus grande, que la route sera en courbe à plus faible rayon et qu'enfin la rencontre d'obstacles sera plus à craindre.

L'examen de tous les cas dangereux à prévoir nous entraînerait dans de trop longs développements. Nous nous bornerons à énoncer quelques propositions relatives à certains cas particuliers.

Si le terrain est glissant et présente une déclivité transversale accusée, le danger sera très atténué, et peut-être supprimé, si le véhicule décrit une courbe telle que les roues extérieures soient plus élevées que les roues intérieures. C'est là un fait bien connu : aussi recommande-t-on, dans les virages, de longer l'accotement de la chaussée bombée, qui correspond au plus petit rayon de la courbe, c'est-à-dire de virer à la corde. Mais cette manière d'opérer risque de produire des collisions dans les rues très fréquentées.

Si le terrain est exceptionnellement gras, on pourra régler la vitesse de façon à équilibrer presque exactement, par la force centrifuge, la composante du poids qui tend à faire glisser le véhicule sur la déclivité. Ce sera là une question de coup d'œil et d'expérience.

Dans la marche en ligne droite, si la route à déclivité transversale va en montant, il faudra aborder le passage dangereux à vive allure, de façon à pouvoir le franchir par la vitesse acquise, sans embrayer le moteur, ou avec une propulsion modérée.

Si la route va en descendant, il conviendra, au contraire, d'atténuer la vitesse autant que possible avant d'aborder le passage dangereux, de façon à pouvoir le franchir sans freinage, ou avec un freinage très discret.

Supposons qu'un véhicule gravisse une rampe raide, suivie immédiatement d'une pente non moins accentuée. Pour éviter le dérapage de l'essieu d'avant, il conviendra de débrayer le moteur et de serrer le frein, au moment même où les roues 1 et 2 atteindront le point culminant, de façon à augmenter la charge de l'essieu, et à l'empêcher ainsi de se soulever de terre.

Admettons, au contraire, que la rampe succède immédiatement à la pente. On devra, pour atténuer le choc à l'avant, et empêcher un dérapage de l'arrière, desserrer le frein et embrayer le moteur, au moment même où les premières roues atteindront le point bas.

La même manœuvre doit être recommandée pour la traversée d'un caniveau, ou d'une dépression à talus très raides. En soulageant l'essieu d'avant, on facilitera son passage et on atténuera le choc. La propulsion du moteur soulèvera et fera passer l'essieu d'arrière.

Renversement par l'avant ou panache. — Supposons qu'un obstacle infranchissable, mur, banquette ou fossé à talus raides, arrête brusquement les roues d'avant. La vitesse de ces roues étant presque instantanément annulée, la force d'inertie $\frac{P}{g}\frac{dv}{dt}$ sera très considérable, et déterminera un couple Y capable de soulever les roues d'arrière et de faire pivoter le véhicule autour de l'essieu d'avant.

Mais cet accident doit être rare, parce qu'il ne peut se produire que si les roues d'avant ont heurté simultanément l'obstacle, en éprouvant de sa part exactement les mêmes résistances. S'il s'est écoulé un petit intervalle de temps entre les chocs sur l'une et l'autre roue, ou si les résistances opposées à leur marche en avant sont inégales, l'impulsion subie par le véhicule sera une force ne rencontrant pas la verticale du centre de gravité. Elle donnera lieu à un couple X, qui fera pivoter l'automobile autour de l'axe A, au moment où, les roues d'arrière étant soulevées, les réactions s_3 et s_4 s'annuleront en même temps que les réactions verticales p_3 et p_4. Il se produira, par suite, un dérapage. L'arrière du véhicule se déplacera transversalement en se soulevant de terre, et la conséquence la plus probable de l'accident sera un renversement sur le côté, au moment où, l'automobile ayant viré de 90 degrés, les roues d'arrière viendront, à leur tour, choquer l'obstacle qui avait arrêté les roues d'avant.

Conclusions. — Les conclusions générales à tirer de cette étude sont les suivantes :

Pour parer aux dangers de la route, le chauffeur dispose de trois moyens :

La direction, qui lui permet d'éviter les obstacles, ou, par un braquage convenable, de déterminer une force centrifuge susceptible de combattre la tendance au dérapage ou d'enrayer ce mouvement s'il est déjà commencé;

Le moteur, qui lui permet d'accélérer la vitesse, et de soulager l'essieu d'avant, en chargeant l'essieu d'arrière;

Le frein, qui amortit la vitesse, et soulage l'essieu d'arrière en chargeant l'essieu d'avant.

Mais il ne doit pas perdre de vue que la propulsion et le freinage diminueront d'autant plus la résistance de l'essieu d'arrière au dérapage, que les actions exercées par le moteur ou le frein seront plus énergiques.

Pour se préparer à franchir un passage dangereux, la conduite à tenir consistera, presque toujours, à débrayer le moteur et à freiner énergiquement, pour amortir la vitesse avant d'atteindre la limite de la région critique. Mais, au moment même où l'on abordera le passage, il faudra desserrer complètement les freins, et laisser le véhicule continuer sa course en vertu de la vitesse acquise.

Nous estimons que la plupart des accidents sont dus à un freinage intempestif sur une chaussée glissante ou dans un virage très court. C'est, de la part du chauffeur, la conséquence d'un mouvement instinctif et machinal dont il doit se rendre maître.

Par exemple, à la descente d'une côte raide présentant des lacets multipliés, il sera prudent de desserrer à chaque tournant, sauf à resserrer immédiatement après l'avoir franchi.

Nous ajouterons que si la voiture court à un précipice, ou est en face d'un obstacle contre lequel elle va se broyer, le freinage ne saurait être évité, au risque du dérapage ou de la culbute, puisque, aussi bien, ce risque laisse quelque chance de salut. Dans certains cas particuliers, que nous avons signalés précédemment, une action modérée du moteur ou une manœuvre discrète du frein peuvent être utiles. Il doit donc être bien entendu que le principe presque général, énoncé ci-dessus, comporte certaines exceptions, qui, à notre avis, sont peu fréquentes.

J. Résal,
Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.

TRAVAUX PUBLICS

PONT EN MAÇONNERIE SUR L'ADDA
à Morbegno (Italie).

La ligne de Colico-Sondrio (Chemins de fer de la Valteline) (1) franchit l'Adda, à Morbegno, sur une arche en maçonnerie, dont la construction présente un certain intérêt, car son ouverture atteint 70 mètres.

L'allure torrentielle de la rivière a conduit à la franchir sans appui intermédiaire, et la résistance du terrain, sur chaque rive, a permis d'envisager, avec sécurité, la poussée considérable que lui transmet cette voûte. On voit, sur la figure 1, que les grandes crues submergent une partie importante de l'arche.

Le pont (fig. 1 et 2), dont nous empruntons la description à la *Schweizerische Bauzeitung*, n'est construit que pour une voie ; sa voûte,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 7, p. 101.

Digitized by Google

surbaissée à un septième, présente un intrados en anse de panier à deux rayons, dont l'aspect diffère peu d'un arc de cercle. Le profil de l'extrados a été calculé de façon que la résultante des pressions du poids propre du pont se confondît avec la ligne moyenne de la section de la voûte. Celle-ci a une épaisseur de 1m 50 à la clef et 2m 20 aux naissances. La largeur du pont est de 5 mètres, mais les tympans de la voûte présentent un fruit de sorte que sa largeur, aux naissances, est de 6m 50.

Le pont de Morbegno tient donc un rang remarquable parmi les arches en maçonnerie de grande ouverture ; on peut s'en rendre compte par le tableau ci-dessous :

PONTS	OUVERTURE	FLÈCHE	MATÉRIAUX	Date de la construction
	mètres	mètres		
Pont de Grosvenor, sur la Dee, près de Chester (Angleterre)	61 (Arc brisé)	12,80	Pierres de taille	1833-1834
Pont de Lavaur, sur l'Agout (Tarn)	61.50 (Arc brisé)	27,50	Pierres de taille	1882-1884
Pont du Gour-Noir . . .	62 (Arc brisé)	16,10	Moellons et pierres de taille	1882-1884
Gutachbrücke (Grand-Duché de Bade). . . .	64 (Arc brisé)	16,10	Pierres de taille	1899-1900
Pruthbrücke, près de Jeremcze (Galicie) . .	65 (Arc brisé)	17,90	Pierres de taille	1893
Cabin John Bridge (États-Unis)	67 (Arc brisé)	17,50	Pierres de taille	1860-1862
Pont de Morbegno, sur l'Adda (Italie)	70 (Anse de panier)	10 »	Pierres de taille	1902-1903
Pont de Luxembourg . .	84 (Ellipse)	31 »	Pierres de taille	1899-1903

La voûte est munie de trois articulations, à la clef et aux naissances, qui ont été maçonnées après l'achèvement du pont, de façon à le faire travailler comme un arc à trois rotules pour son poids propre, et comme arc encastré pour les surcharges ; on sait que cette disposition est usitée pour les arcs métalliques.

Le granit employé à la construction de l'arche possède une résistance à l'écrasement de plus de 1 000 kilogr. par centimètre carré ; les pressions dans la voûte ne dépassent pas 60 kilogrammes.

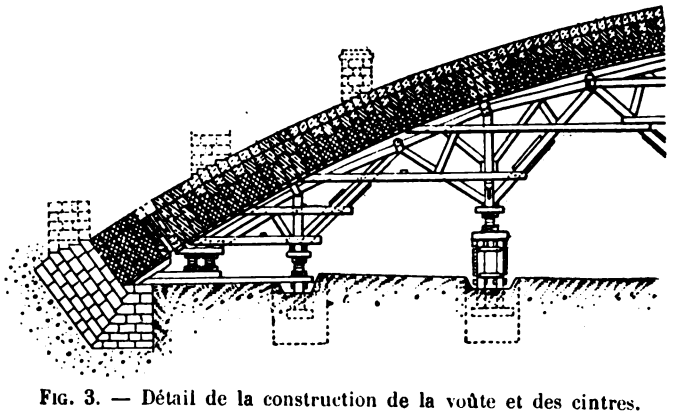


Fig. 3. — Détail de la construction de la voûte et des cintres.

Les reins de la voûte supportent, chacun, quatre petites arcades d'élégissement, dans lesquelles on a pratiqué des coupures *a* (fig. 1), garnies de plaques de plomb, pour éviter les ruptures de la maçonnerie à la suite des mouvements du pont.

La figure 3 montre, en coupe parallèle à l'axe du pont, l'une des articulations de naissances de la voûte, avec l'amorce des piédroits des voûtelettes, et les cintres employés dans la construction. La voûte a été construite en trois rouleaux successifs, se pénétrant mutuellement et formant, après l'achèvement, un arc unique.

Ces rouleaux sont indiqués, sur la figure, par des hachures de sens différents.

Le premier rouleau a lui-même été divisé en plusieurs claveaux, dont on a rempli les intervalles à la fin de la construction.

Le mortier utilisé dans cet ouvrage était composé de 600 kilogr. de ciment Portland par mètre cube de sable ; le béton des fondations de la culée rive gauche (fig. 1) comportait 400 kilogr. de ciment Portland et 1m3 700 de gravier pour 1 mètre cube de sable.

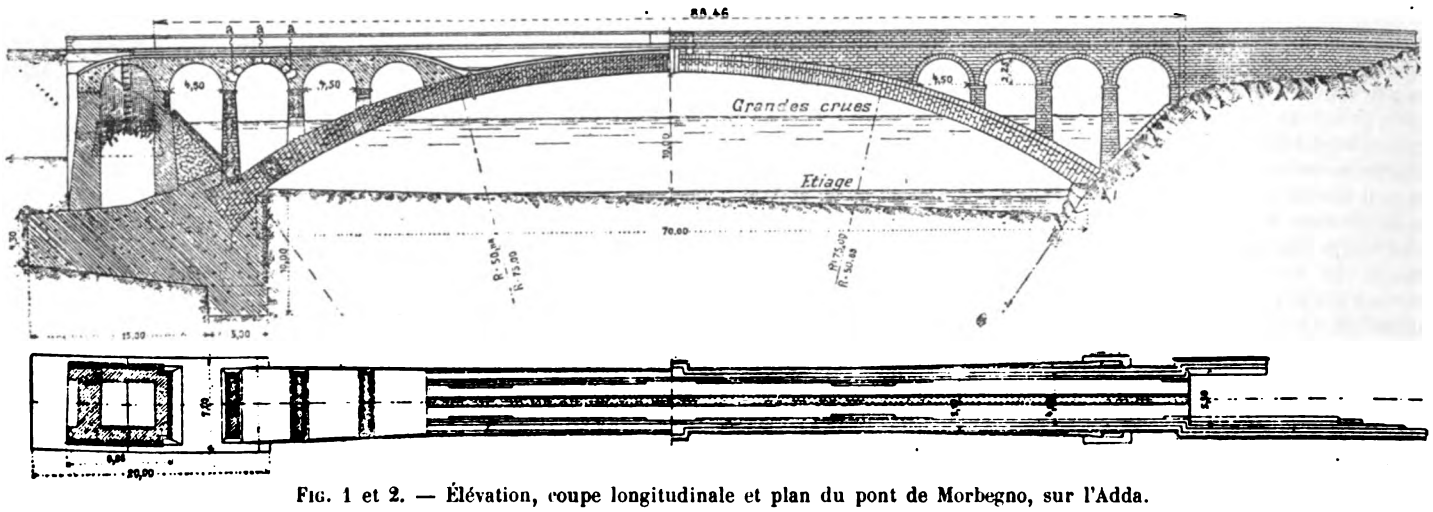


Fig. 1 et 2. — Élévation, coupe longitudinale et plan du pont de Morbegno, sur l'Adda.

Si l'on excepte le pont de Trezzo, sur l'Adda, aujourd'hui détruit, dont l'ouverture atteignait 72 mètres, on voit que le pont de Morbegno vient aujourd'hui en seconde ligne, au point de vue de la portée, mais qu'il occupe la première place au point de vue du surbaissement : la flèche du pont de Luxembourg (1) est, en effet, de 31 mètres pour une portée de 84 mètres.

JURISPRUDENCE

LES SUBVENTIONS PUBLIQUES AUX ENTREPRISES PRIVÉES

Les incursions de l'État, des départements et des communes dans le domaine des entreprises privées, sont un des phénomènes économiques les plus intéressants, peut-être les plus inquiétants, de l'époque actuelle.

Cette intervention de la puissance publique dans des matières qui pourraient être abandonnées à la libre concurrence, se manifeste par l'exploitation directe ou indirecte de certaines industries, ou par des subventions allouées à des entreprises particulières.

Telles sont, pour la France, la fabrication et la vente des tabacs et des allumettes, diverses industries de transport, l'exploitation des postes, télégraphes et téléphones, les primes à la navigation maritime, les subventions aux associations ouvrières, etc.

Dans la mesure où cette application des fonds publics est autorisée par la loi, on peut en critiquer l'utilité économique et sociale, mais on ne saurait en contester la validité. C'est qu'en effet, les pires choses deviennent légales, au même titre que les meilleures œuvres, dès lors qu'elles peuvent se réclamer des dispositions de la loi.

Mais la question s'est souvent posée, notamment à l'égard des municipalités, de savoir si, en dehors d'un texte spécial de loi, la légalité devait être reconnue à la municipalisation de certaines industries et à certaines affectations des fonds communaux.

C'est surtout à l'égard des subventions municipales aux entreprises privées que la question est le plus discutée, à raison même de la forme déguisée de cette intervention.

Sans doute, il ne faudrait pas contester la légalité des subventions des villes aux associations charitables. En pareil cas, il ne s'agit pas de contribuer à une œuvre de spéculation et de favoriser, avec des fonds provenant de tous les contribuables, un commerce privé au détriment d'autres commerces privés, qui sont tout aussi respectables, mais seulement de venir en aide à des œuvres de bienfaisance, dont la ville pourrait avoir éventuellement, à raison de ses droits et obligations propres, à faire elle-même tous les frais.

Ainsi sont légales les subventions des villes aux associations charitables qui, sous la dénomination de soupes populaires, associations alimentaires, fourneaux économiques, etc., ont pour objet exclusif de soulager les besoins du pauvre, en débitant des aliments

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 12, p. 185.

Digitized by Google

au-dessous même de leur valeur réelle, et, par conséquent, en renonçant à la réalisation d'aucun bénéfice.

Pourtant, ces subventions n'ont pas toujours trouvé grâce devant certains syndicats d'hôteliers, restaurateurs et marchands de vins, qui affirmaient que ces associations alimentaires, dispensées des patente, licence et charges fiscales auxquelles sont soumis les autres débitants, et, en outre, subventionnées par les municipalités, constituaient pour eux de véritables entreprises de concurrence déloyale.

Le Conseil d'État n'a pas accueilli ces protestations; il n'a pas cessé de persister dans sa jurisprudence, qui consiste à distinguer entre les associations commerciales et celles dont le but est exclusivement charitable, et à maintenir, au profit de celles-ci, toutes dispenses, décharges et subventions prélevées sur les fonds publics (*Conseil d'État*, 19 mai 1882).

La légalité de ces subventions n'est pas une exception à la règle que les villes ne peuvent pas, directement ou indirectement, exercer un commerce ou une industrie; elle en est, au contraire, l'exacte confirmation, puisqu'il s'agit d'œuvres qui ne présentent aucun caractère de spéculation.

Cette règle, que les municipalités n'ont point par elles-mêmes, et en dehors de lois spéciales, le pouvoir d'affecter leurs ressources budgétaires à des entreprises commerciales, est reconnue comme un principe de notre législation.

C'est un principe qui est, d'ailleurs, facile à justifier, d'abord parce que les établissements municipaux de commerce ou d'industrie constitueraient une atteinte au régime économique de la liberté du commerce, ensuite parce qu'il ne serait pas sans inconvénient d'engager les finances municipales dans les hasards des entreprises de spéculation, pour lesquelles les assemblées élues n'ont pas toujours la compétence suffisante. Et cela n'est pas moins vrai pour les départements que pour les communes.

Par exemple, le Conseil d'État n'a pas admis la création de pharmacies municipales, et a refusé d'autoriser la création de caisses départementales d'assurances à prime contre l'incendie.

De même, le Conseil d'État, en assemblée générale, a annulé les délibérations de conseils généraux ou municipaux attribuant, — non pas des secours aux familles de grévistes, secours qui peuvent n'être considérés que comme des actes de charité, — mais des subventions pendant la grève aux grévistes eux-mêmes.

Ces décisions sont fondées sur cette idée essentielle que les conseils municipaux et généraux ne peuvent pas, en principe, consacrer les deniers des contribuables à des subventions en faveur de particuliers, et influencer ainsi les rapports entre les producteurs et les consommateurs ou entre les patrons et les ouvriers. Le danger de ces subventions ne serait pas moins grave pour les fonds publics que les entreprises directes de commerce ou de production par les assemblées municipales ou départementales.

Il n'en pourrait être autrement que s'il s'agissait, non de s'immiscer dans des conflits économiques, mais de pourvoir à des nécessités urgentes en vue de la santé ou de l'alimentation publiques, en cas d'insuffisance des moyens fournis par l'initiative privée. L'intervention exceptionnelle du conseil municipal serait alors légitime et légale, comme, par exemple, s'il y avait lieu de procurer du pain à la population pendant la période d'une grève générale des boulangers de la ville. Dans cette hypothèse, l'idée de spéculation commerciale disparaîtrait, pour faire place à une simple question de nécessité pressante et de secours public.

Mais, en toute autre occasion, qui ne présenterait pas le même caractère d'urgence et d'utilité générale, un conseil municipal ne pourrait pas s'intéresser à l'industrie et au commerce de la boulangerie, même en subventionnant une Société coopérative. L'idée de mutualité, qui préside à toute entreprise de coopération, ne serait pas suffisante pour légitimer cette intervention du conseil municipal.

C'est ce qui a été jugé par le Conseil d'État, à la date du 1er février 1901 (*Gazette des Tribunaux*, numéro du 2 mars 1901). Et cet exemple est bon à citer, puisque alors qu'il s'agissait d'un article de première nécessité, comme le pain, on aurait pu croire que la rigueur du principe était plus particulièrement exposée à fléchir.

En 1898, le conseil municipal de Poitiers, désirant abaisser le prix du pain, avait voté un crédit de 10000 francs pour aider à la constitution d'une Société coopérative de boulangerie, qui avait pris pour titre « l'Union des Travailleurs ». Les boulangers de Poitiers virent dans cette subvention une atteinte à la liberté du commerce et un gaspillage des deniers des contribuables, dont la Municipalité, à leur avis, n'avait pas le droit de se servir pour influencer les rapports entre les marchands et les consommateurs. Ils demandèrent, en conséquence, au préfet de la Vienne, et, sur son refus, au Conseil d'État, d'annuler ce vote comme portant sur un objet étranger aux attributions du conseil municipal. L'article 63 de la loi du 5 avril 1884 *sur l'organisation municipale* dispose, en effet, que « sont nulles de plein droit: les délibérations d'un conseil municipal portant sur un objet étranger à ses attributions ».

Le Conseil d'État a fait droit à la réclamation des boulangers par ce motif que « si, dans des circonstances exceptionnelles, l'intervention du conseil municipal peut être rendue nécessaire pour assurer l'alimentation publique », il n'existait à Poitiers, au moment où la délibération attaquée avait été prise, aucun des cas exceptionnels qui peuvent justifier le vote d'une pareille subvention: l'alimentation publique, que la taxe du pain peut d'ailleurs assurer dans une certaine mesure, n'était nullement compromise. Aussi la délibération relative à la subvention dont il s'agit a-t-elle été annulée. C'est-à-dire, en définitive, que l'essai de socialisation partielle du commerce de la boulangerie, tenté par la Ville de Poitiers, ne rentrait pas, en l'état actuel de la législation, dans les attributions du conseil municipal.

Il est vrai qu'en dehors de toute autorisation spéciale de la loi, certaines industries sont directement exploitées par les villes, sans que la légalité de ces entreprises soit contestée, comme la distribution d'eau, de gaz ou d'électricité aux habitants, les transports en commun. C'est qu'il y a ici des considérations particulières de fait et de droit. Ces industries sont, en effet, astreintes à la nécessité d'employer les voies publiques, dont l'usage ne peut être concédé que par les villes qui ont ces voies dans leur domaine; de sorte qu'il est tout naturel que les villes elles-mêmes, en exploitant ces industries, fassent ainsi une utilisation plus complète de ce sol des voies publiques qui leur appartient déjà.

D'autres fois, la préoccupation du bien public, à la condition que l'absolue nécessité en soit bien démontrée, peut suffire à légitimer la gestion directe d'une entreprise par la ville. A cet égard, et dans une affaire où le Conseil d'État, à raison de circonstances de fait, n'a pas eu à donner son approbation au service projeté (vidanges municipales de Lille), il a été reconnu que la gestion d'un service de vidanges, pourrait, dans certains cas, être constituée en service municipal, s'il était établi que ce procédé fût le seul satisfaisant, au point de vue des intérêts de la santé publique.

Il n'en reste pas moins acquis qu'en dehors de ces cas exceptionnels, où la nature même de l'industrie ou le souci pressant de l'intérêt public l'emporte sur toute autre considération, les conseils municipaux n'ont pas le droit d'employer les fonds communaux au préjudice de la liberté du commerce et de l'industrie, et de la libre concurrence entre particuliers.

Mais la tendance à empiéter sur ce principe protecteur des libres initiatives est évidente. Il est même à remarquer que cette tendance est encore plus marquée dans la plupart des pays étrangers, comme l'Allemagne, l'Italie, et aussi l'Angleterre, que l'on continue cependant à regarder comme la terre classique du « self-help » individuel. La municipalisation pure et simple de certaines entreprises, qui restent en concurrence avec les entreprises privées, y est plus habituellement pratiquée que le régime des subventions. Et la légalité n'en est pas contestée. Ainsi, Liverpool cultive des betteraves sur ses champs d'épandage. La ville de Torquay élève des lapins et des moutons dans les prairies entourant son usine d'eau. Tunsbridge Wells fait pousser du houblon sur ses terrains communaux. Colchester fait elle-même le commerce de ses huîtres célèbres. Il y a des magasins frigorifiques municipaux et des manufactures municipales de glace à Leeds et à Birmingham. La fourniture du lait pur et stérilisé, au prix coûtant, est devenue un service municipal dans beaucoup de grandes villes. A Devonport, la ville a décidé d'acheter et de gérer tous les cabarets des quartiers excentriques. D'autres villes sont en train de fonder des boulangeries communales; elles exploitent des assurances; plusieurs possèdent une banque. Ham extrait ses propres pavés et en vend. Manchester emploie deux mille ouvriers à fabriquer du savon, de l'huile, de la chandelle et du mortier avec les ordures; quelques municipalités transforment ces matières en briquettes ou en engrais. Battersea possède une scierie municipale. Enfin, dans plusieurs districts du nord de l'Angleterre, on discute en ce moment l'achat des mines de charbon par les villes.

En l'état actuel, notre législation, qui considère comme illégales les subventions publiques aux entreprises privées, ne permettrait pas davantage cette municipalisation d'industries si spéciales.

Louis Rachou,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

VARIÉTÉS

Moules de fonderie permanents.

La possibilité d'utiliser un grand nombre de fois le même moule pour fondre une série de pièces semblables, constitue un élément, aujourd'hui assez recherché, de l'abaissement du prix de revient de ces pièces.

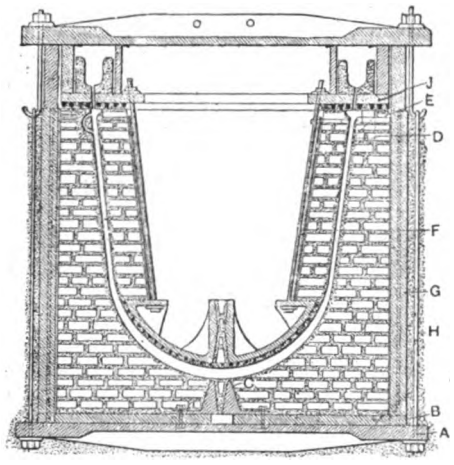
La figure ci-après, empruntée à l'*Iron Age*, représente un moule permanent destiné à la fabrication d'une cuve.

Digitized by Google

Les seules opérations nécessaires pour son emploi, dans cet exemple, sont la préparation de la surface du moule, le séchage des briques avant la coulée au moyen d'un petit feu allumé à l'intérieur et le séchage du noyau, qu'on opère de préférence dans un four.

Pour construire ce moule, après avoir préparé une excavation suffisante dans le sol, on dispose au fond de cette excavation les traverses de liaison A et le plateau B, auquel on fixe la pièce C, qui servira à maintenir l'axe du gabarit du moule. Puis on place les briques, qui donnent au revêtement une épaisseur de 15 à 20 centimètres. Il est bon d'employer des briques réfractaires dans la partie où arrive la onte liquide. Arrivé à $0^m 30$ environ du haut du moule, on ménage des vides disposés pour y placer des boites en fer dans lesquelles les noyaux, pour les poignées ou autres parties en relief de la cuve, trouveront leur place. Cette précaution évite toute retouche au briquetage en relief après l'enlèvement de la pièce coulée.

Le briquetage est limité en haut par une plaque ronde annulaire E, qui l'enserre, concurremment avec la plaque de fond B, par l'intermédiaire des boulons F. Le serrage effectué, on place les colonnes G et les tiges-boulons H, et l'on remblaie.



Coupe verticale d'un moule permanent.

Il faut mettre beaucoup de mâchefer fin dans le briquetage, pour permettre aux gaz de s'échapper par la périphérie, et prévoir dans ce but les évidements nécessaires sur le pourtour du briquetage.

Le noyau central se compose d'une calotte en fonte, protégée par un revêtement semblable à celui du moule; la calotte est terminée à sa partie supérieure par un plateau annulaire, sur lequel on établit un briquetage; une disposition spéciale, non représentée sur la figure, permet de tenir compte du retrait.

Au centre de la calotte, une double crapaudine, venue de fonte avec elle, sert à introduire l'axe des gabarits qui servent au trousage.

Le briquetage du noyau étant terminé, on fixe à sa partie supérieure un anneau de levage en fer; on dispose le noyau sur un chariot qui le transporte au four de séchage et, quand il est sec, on boulonne sur lui l'anneau J, au moyen duquel l'ensemble est soulevé et descendu dans l'axe du moule.

Il ne reste plus alors qu'à préparer et à exécuter la coulée avec les précautions voulues.

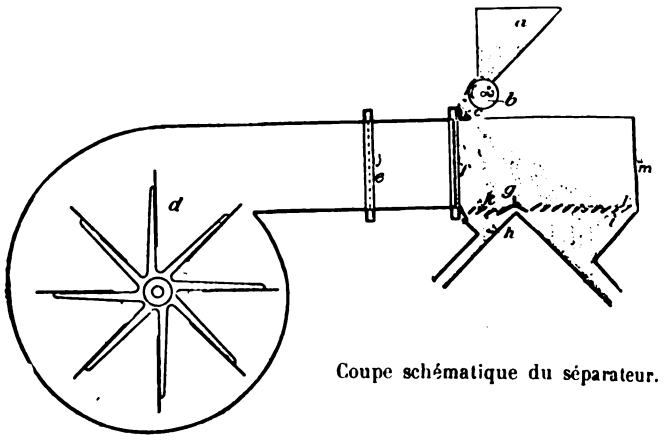
Procédé Edison pour la séparation de l'or à sec.

Depuis trois ans, un appareil pour l'enrichissement des sables aurifères fonctionne avec succès aux mines de Golden Mountains (New-Mexico). Le principe de l'appareil est très simple : il consiste à faire tomber le sable à enrichir, sous forme de pluie, dans un courant d'air qui entraine au loin les parties les moins denses et laisse déposer de suite les parties lourdes. Pratiquement, pour que le procédé donne de bons résultats, il faut : 1° que le courant d'air soit très régulier; 2° que la vitesse de l'air soit rigoureusement la même en tous les points d'une même section transversale du conduit d'amenée; 3° que les particules à séparer aient, au moment où elles commencent à être soumises à l'action du vent, une vitesse faible et uniforme; 4° que la vitesse du vent soit en rapport avec les dimensions des particules, et celles-ci doivent être comprises entre certaines limites très rapprochées.

Voici comment sont réalisées les trois premières conditions dans l'appareil Edison, dont le croquis est emprunté à l'*Engineering and Mining*.

Le cylindre *b*, placé au fond de la trémie *a*, tourne d'un mouvement uniforme et alimente d'une façon régulière la tablette *c* d'où le sable s'écoule avec une vitesse constante. En *e* et en *f* sont des grillages ou cribles destinés à réduire et à régulariser la vitesse du vent fourni par le ventilateur; en *m*, le conduit est ouvert. Les matières lourdes et légères séparées par le vent tombent de part et d'autre de la séparation *g*; les lames en persiennes *k* ont simplement pour effet d'empêcher la formation de tourbillons.

D'après leurs dimensions, les sables traités sont classés en cinq catégories, la dimension maximum des éléments les plus gros étant de 3 millimètres; chaque catégorie est traitée dans un même appareil, pour lequel un régime de vitesse de vent et de sable est établi une fois pour toutes. On ne traite pas des sables plus gros, parce qu'on a reconnu que les particules d'or avaient des dimensions toujours inférieures à 3 millimètres et qu'il suffit de faire un criblage préalable pour écarter tout le stérile.



Coupe schématique du séparateur.

On a traité par ce procédé, des sables titrant de 0 fr. 20 à 2 fr. 40 d'or au mètre cube, et extraire 90 % de l'or contenu.

Avec l'or passent des sables lourds de couleur noirâtre très ferrugineux, qui peuvent être enlevés ultérieurement par un séparateur magnétique.

Tunnel en tubes jumelés sous la rivière de Harlem (États-Unis).

Nous empruntons à l'*Engineering Record* quelques données sur l'établissement des tubes jumeaux, destinés au passage du New-York Rapid Transit Railway, sous la rivière de Harlem.

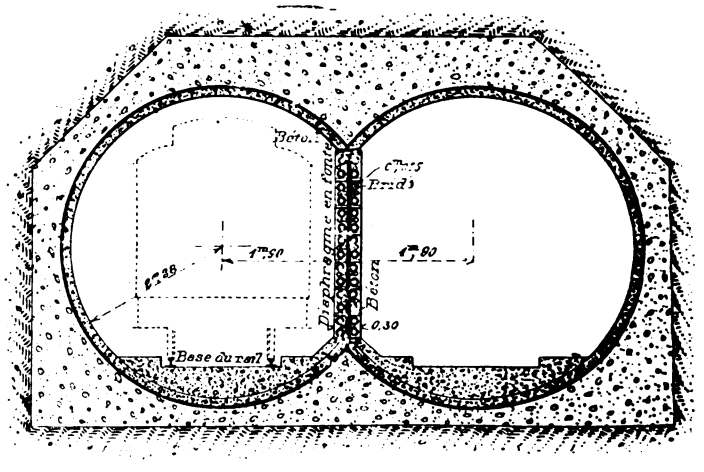


FIG. 1. — Coupe transversale du tunnel en tubes jumelés.

Les deux tubes en fonte (fig. 1), dont la longueur est un peu supérieure à 127 mètres, sont réunis et encastrés dans le béton. Ils ont, chacun, $4^m 57$ de diamètre, mais comme la distance des centres n'est que de $3^m 80$, ils sont réunis par un diaphragme en fonte auquel ils sont boulonnés. Ce diaphragme est renforcé de nervures percées de trous, pour le passage des câbles électriques auxquels elles servent de support. Les tubes sont constitués par des anneaux d'environ $1^m 80$ de longueur, composés, chacun, de sept segments de $0^m 025$ d'épaisseur, pourvus de nervures et de brides d'assemblage; trois cours de nervures transversales intermédiaires renforcent le tube et maintiennent le béton. L'ensemble est noyé dans un massif de béton de $9^m 60$ de largeur et $5^m 95$ de hauteur. L'épaisseur minimum du béton est de $0^m 30$ sous le tube et $0^m 75$ au-dessus.

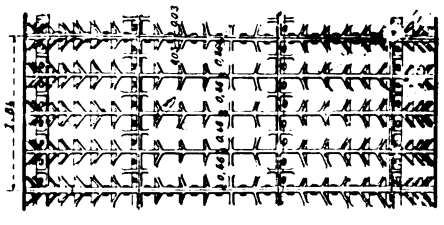


FIG. 2. — Segments en fonte formant l'enveloppe des tunnels.

Digitized by Google

Voiture de secours pour tramways électriques.

La Denver City Tramway C° a établi, pour la vérification et l'entretien de ses lignes, un véhicule dont nous empruntons la description au *Street Railway*, et dont la caisse est simplement une ancienne caisse de voiture dont on a enlevé les banquettes.

On a placé sur bogies cette voiture, primitivement à deux essieux, afin de lui donner une meilleure stabilité; les sièges ont été remplacés d'un côté par des casiers pour du matériel de la ligne; les fenêtres et les portes ont été garnies intérieurement de treillis métalliques, qui, non seulement protègent les vitres, mais encore forment des supports commodes, où l'on accroche les outils, les couronnes de fils, etc.

Une plate-forme mobile a été construite au milieu de la voiture, de façon que, de l'intérieur, elle puisse s'élever ou s'abaisser rapidement. Les crémaillères verticales qui servent à la soulever, laissent entre elles un espace de 70 centimètres environ, et la plate-forme abaissée s'adapte exactement sur le toit. Une échelle en fer, disposée latéralement à l'extérieur de la voiture, donne accès à cette plate-forme. Le toit est, d'ailleurs, construit avec la solidité nécessaire pour que les hommes puissent y marcher sans danger.

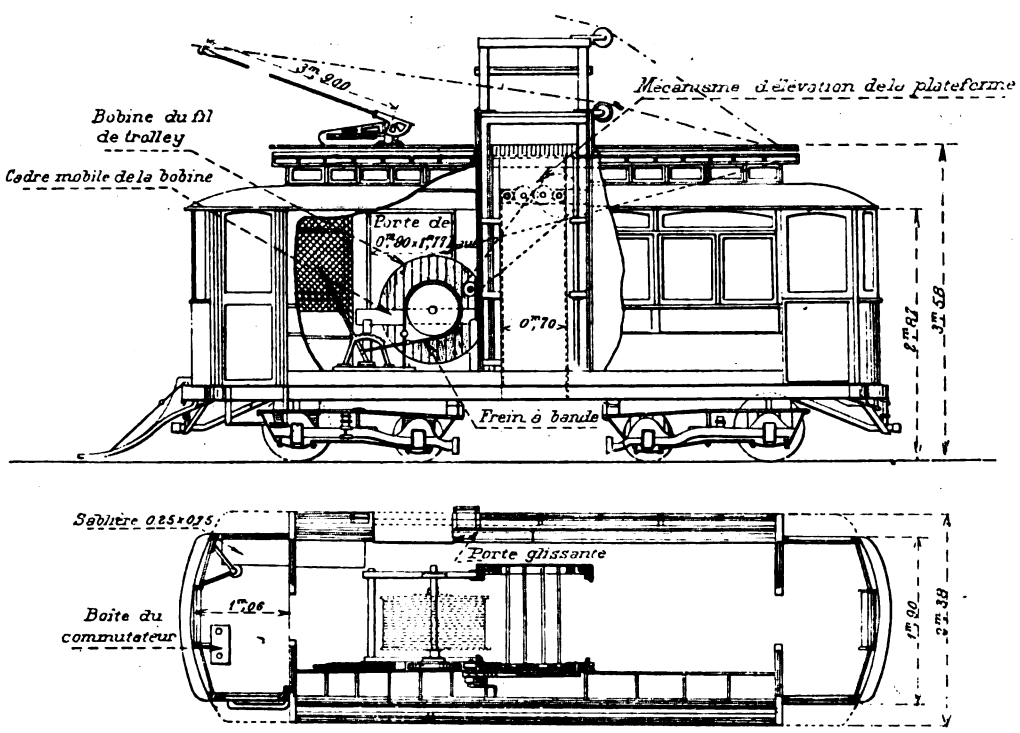


FIG. 1 et 2. — Élévation et plan de la voiture de service et de secours.

L'arrière du véhicule n'a pas de porte, mais un panneau mobile permet d'y introduire des poteaux de tramways; un rouleau disposé au niveau du plancher facilite leur manipulation. Une sablière est placée dans le vestibule avant.

Une porte latérale de 0m 90 de largeur et 1m 75 de hauteur permet de rouler à l'intérieur de la caisse une bobine de fil de trolley. Cette bobine peut être placée sur un cadre disposé à cet effet, cadre qui est démontable et qu'on peut enlever facilement. L'axe qui supporte la bobine est muni d'un tambour sur lequel se monte un frein à ruban. Cet ensemble a permis de poser 1600 mètres de fil de trolley en 40 minutes, et cela de la façon suivante : la voiture partant de l'extrémité de la ligne, le nouveau fil est attaché à un fil existant, en le faisant passer sur deux poulies montées, l'une à l'extrémité du toit, l'autre sur la plate-forme. On y applique alors le trolley, et la voiture peut partir, en s'alimentant sur le nouveau fil. L'opération se fait par trois hommes, dont un conduit la voiture, l'autre règle le frein, le troisième faisant des attaches provisoires sur les fils transversaux.

La Compagnie emploie, actuellement, ce procédé pour la pose de toutes ses nouvelles lignes.

Installation d'un dragage de sables aurifères mû par l'électricité.

On connait la méthode d'extraction de l'or des sables aurifères, provenant des roches désagrégées par l'action érosive des rivières ou des glaciers. Les sables sont envoyés sur des tables ou des augets inclinés, dont le fond est garni de petites cavités où, par sa densité, l'or se dépose, tandis que le sable est entraîné par un courant d'eau. Avant l'emploi des dragues pour l'alimentation des tables de dépôt, on creusait des excavations depuis la surface du sol jusqu'au fond rocheux, et l'on attaquait les bancs par un jet d'eau sous pression. Ce procédé est, dans nombre de cas, avantageusement remplacé par une installation de dragage analogue à celle que nous allons décrire, d'après l'*Engineering News*.

Les sables aurifères pris par la chaîne à godets (fig. 1), sont déversés dans un trommel C *(grizzly)*, où un courant d'eau les désagrège, laissant passer par les trous de la tôle les sables fins mélangés d'or, tandis que les pierres et les graviers sont évacués au fond de l'excavation, qu'ils remblaient. Les produits du trommel sont repris par la pompe centrifuge P refoulant sur la table D. L'or retenu dans les cavités de la table de dépôt est récolté, tandis que les sables plus légers sont entraînés à l'extrémité par le courant d'eau. La drague est portée par une charpente installée à bord d'un bateau plat retenu par une ancre et des câbles d'amarrage: elle est munie d'un appareil de relevage et d'alimentation, mû par des treuils indépendants.

Les organes de cette machinerie et leurs moteurs se répartissent ainsi :

1° La chaîne à godets et son moteur réversible à vitesse variable; 2° le trommel C et la petite pompe centrifuge qui lui fournit l'eau (moteur à vitesse constante); 3° la grosse pompe centrifuge P pour l'alimentation de la table D et son moteur à vitesse constante; 4° le treuil des câbles d'amarrage, le treuil de relevage de la chaîne à godets, le treuil d'orientation de la chaîne, mus par une réceptrice réversible à vitesse variable.

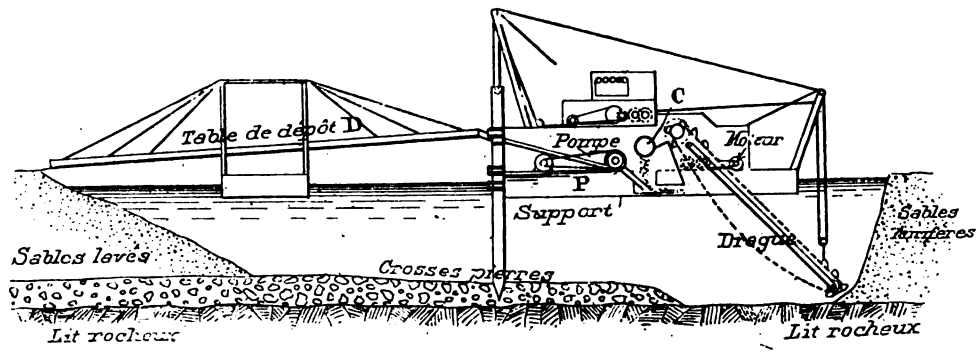


FIG. 1. — Installation d'un dragage de sables aurifères.

La charge de chaque moteur est très variable. Le travail de la drague se ressent des conditions dans lesquelles elle opère : elle peut rencontrer un obstacle, se coincer contre un rocher, être enterrée par un éboulis, etc. Son moteur doit donc avoir une vitesse variable dans des limites étendues, et supporter des renversements de marche fréquents. L'expérience a conduit à adopter, pour une drague capable de fouiller à 10 mètres sous l'eau, son tambour supérieur se trouvant à 5 mètres au-dessus de la surface et travaillant sous une inclinaison inférieure à 45 degrés, un moteur réversible de 50 chevaux.

La vitesse de la pompe d'alimentation de la table, doit être proportionnée à la nature des produits du trommel.

Le travail du moteur qui sert à la manœuvre des treuils de relevage et d'orientation de la chaîne à godets, est excessivement variable et on a employé avec succès des moteurs à double engrenage

Il faut avoir soin, dans le transport électrique de force, de bien isoler les conducteurs. Une bonne disposition consiste à faire aboutir les fils sur un dévidoir porté par la drague et la suivant dans tous ses déplacements. Dans la cabine du mécanicien, pourvue d'un jeu complet de signaux, se trouvent tous les appareils de commande et de surveillance.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Seance du 12 octobre 1903.

Chimie générale. — *Sur la température d'inflammation et sur la combustion lente du soufre dans l'oxygène et dans l'air.* Note de M. H. MOISSAN.

M. Moissan décrit en détail la marche de ses expériences sur la température d'inflammation du soufre dans l'oxygène, par lesquelles il a fixé le point de la réaction caractéristique à + 282 degrés; de même pour la température d'inflammation du soufre dans l'air, fixée à + 363 degrés. Cette température s'élève rapidement à mesure que l'air contient plus d'acide sulfureux.

Il expose ensuite ses expériences sur la combustion lente du soufre dans l'oxygène et dans l'air, en mettant en présence le soufre et l'oxygène ou l'air dans des tubes scellés. La méthode qu'emploie M. Moissan pour caractériser la présence de l'acide sulfureux est fondée sur la liquéfaction de l'acide sulfureux par le froid. Il a pu démontrer ainsi que le soufre octaédrique, le soufre prismatique et le soufre fondu brûlent lentement dans l'oxygène et même dans l'air, à la température ordinaire en produisant de l'anhydride sulfureux.

Chimie physique. — *Electrisation de contact et theorie des solutions colloïdales.* Note de M. J. PERRIN, présentée par M. Mascart.

L'auteur émet la théorie suivante qu'il cherche à démontrer : la tension superficielle et la cohésion favorisent l'accroissement d'un granule dans une solution, mais l'électrisation de celui-ci est une cause interne de sa dislocation, et un certain diamètre de ce granule donne sa limite d'accroissement.

Il rappelle qu'il a signalé plusieurs des lois qui régissent l'électrisation des parois par contact (1); mais dans le cas de très petites surfaces, la charge ne peut plus être considérée comme une couche homogène, mais comme formée autour d'un ou de plusieurs centres distincts. Pendant la croissance du granule, sa surface augmente et en même temps la charge électrique, jusqu'à ce qu'elle égale deux électrons : mais alors, les deux centres chargés chacun d'un électron se repoussent, ce qui arrête la croissance du granule et même peut provoquer sa segmentation.

Cette théorie, appliquée aux matières colloïdales, donne un fondement physique à la théorie granulaire de la matière vivante, présentée par plusieurs biologistes.

Électricité. — *Sur le fonctionnement de cohéreurs associés.* Note de M. A. TURPAIN, présentée par M. Mascart.

Les expériences de l'auteur lui ont permis d'établir qu'un cohéreur en circuit fermé, a une sensibilité plus grande qu'en circuit ouvert. Pour des cohéreurs associés en dérivation, selon que l'électrode de nom contraire à celle reliée à l'antenne sera ou non reliée au reste du circuit, la sensibilité relative de chaque cohéreur restera constante, mais moindre en circuit ouvert qu'en circuit fermé, ce qui permet d'obtenir rapidement l'ordre de sensibilité des cohéreurs divers en expérience. Pour des cohéreurs associés en série, la sensibilité relative a été trouvée la même.

On a constaté que la connexion d'une antenne avec une des électrodes d'un cohéreur augmentait la sensibilité de celui-ci.

On a tiré, de ces expériences, des dispositifs permettant de suivre et d'enregistrer la marche des orages, et d'autres utilisables en télégraphie sans fil ou en télégraphie hertzienne avec conducteurs.

Géologie. — *Sur le Turonien d'Abou-Roach (Égypte).* Note de M. R. FOURTEAU, présentée par M. A. Gaudry.

L'auteur, d'après l'étude des fossiles du Turonien d'Abou-Roach, divise ces terrains en trois zones distinctes, caractérisées par les différents fossiles qu'on y rencontre. Il conclut, de son étude, que la zone inférieure appartient au sous-étage Ligurien, et la zone supérieure à l'Angoumien, tandis que la zone moyenne, trop pauvre en fossiles, ne parait se rattacher à aucun de ces deux terrains.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLIII, n° 25, p. 398.

Minéralogie. — *Sur une nouvelle espèce minérale.* Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Michel Lévy.

Dans cette note, l'auteur expose les caractères, les propriétés physiques et optiques du minéral nouveau, provenant de Madagascar et appelé *grandidiérite*. C'est un des silicates les plus basiques connus, dont l'analyse conduit à la formule :

$7\,SiO^3, 11\,(Al, Fe)^2O^3, 7\,(Mg, Fe, Ca)O, 2\,(Na, K, H)^2O.$

Malgré sa résistance aux agents chimiques des laboratoires, la grandidiérite est décomposée facilement par les agents naturels, pour donner une substance verte lamellaire encore mal définie.

Paléontologie. — *Observations paléontologiques dans l'Alaska.* Note de M. A. GAUDRY.

M. Obalski, au cours d'une mission dans l'Alaska, y a trouvé des terrains riches en minerais d'or, mais dépourvus de toute végétation. Les travaux des mineurs mettent au jour de grandes quantités d'ossements, toujours dépourvus de leurs chairs, et appartenant aux grands herbivores, mammouths, bœufs musqués, bisons, élans, cerfs, et même chevaux.

Il est donc probable, qu'à une époque relativement récente, contemporaine de l'homme, le nord de notre planète avait un climat moins rude que de nos jours, et que le régime des steppes herbacées y a précédé le régime des Toundras actuelles, qui ne portent que des mousses.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AUTOMOBILES

Application de l'électricité aux voitures urbaines. — L'*Electrical Review* (Londres), du 26 juin, résume un mémoire de M. CROMPTON, relatif aux voitures électromobiles employées à Londres.

L'auteur estime que la réduction de l'entretien des accumulateurs est liée à l'emploi de dimensions uniformes, et à la création de postes de charge où ces accumulateurs pourront être fournis aux automobilistes.

L'entretien des bandages représente un chiffre élevé, en raison du poids des véhicules.

La lecture de ce mémoire a été suivie d'une intéressante discussion, où M. Joel a comparé les prix d'exploitation d'une voiture avec batterie lourde et durable, et d'une voiture avec batterie légère, mais d'un plus grand entretien. La première batterie est supposée peser 600 kilogr., pour un poids total de voiture de 1 650 kilogr. en charge; la seconde pèse 300 kilogr. pour un poids total de 1 000 kilogrammes.

En supposant un parcours quotidien de 32 kilom., en estimant l'intérêt à 5 °/₀, la dépréciation du véhicule à 15 °/₀, celle de la batterie 60 °/₀ dans un cas, 40 °/₀ dans l'autre, la voiture donnerait, dans les deux cas, une recette de 25 francs par jour; elle coûterait 18 fr. 85 dans le cas de la batterie lourde, et 17 fr. 15 dans celui de la batterie légère. L'avantage resterait donc à cette dernière.

Camions automobiles à pétrole, système Hagen. — Le *Bulletin de la Société des Anciens Élèves des Écoles d'Arts et Métiers* publie, dans son numéro de septembre, une description des camions automobiles, système Hagen, qui sont caractérisés par une disposition particulière du mécanisme. Celui-ci permet de faire varier la vitesse de marche de la voiture, tandis que le moteur fonctionne à vitesse constante, avec son maximum de puissance.

La bielle attelée au piston attaque un balancier établi vers le milieu de la longueur de la voiture, et lui donne un mouvement d'oscillation autour d'un axe horizontal, situé au milieu de sa longueur. Sur ce balancier peuvent se mouvoir deux curseurs, placés de part et d'autre et à égale distance de l'axe, et reliés entre eux par une vis à filetages opposés, les écartant plus ou moins de l'axe. Pour une même course du piston, l'amplitude des oscillations des curseurs variera suivant leur distance à l'axe du balancier.

Les deux curseurs sont reliés par des bielles à connexions élastiques, spécialement étudiées pour éviter les ruptures, à deux disques d'encliquetage calés sur l'arbre des roues motrices. Le système d'encliquetage adopté est à coincement. Le mécanisme est disposé de telle sorte que les bielles font coincer les cliquets en les tirant et les décoincent en les poussant; le frottement de ces cliquets, pendant le retour, est pour ainsi dire nul.

Les deux encliquetages agissant alternativement sur les roues, le mouvement est continu, et la vitesse varie selon l'amplitude des oscillations des curseurs.

ÉLECTRICITÉ

Mesure de la rigidité électrostatique des isolants. — Dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, du 24 septembre, M. WALTER expose les recherches qu'il a faites sur la résistance qu'opposent au passage de l'étincelle les substances très isolantes, telles que le verre ou l'ébonite.

Il fait d'abord remarquer qu'il n'y a pas de rapport entre la résistance spécifique et la rigidité électrostatique, et qu'un diélectrique se perce beaucoup plus facilement si l'on étend, du côté de l'électrode positive, une goutte de cire blanche ou de stéarine, traversée par une aiguille conductrice. C'est ainsi qu'une plaque d'ébonite, qui résistait à une étincelle de 40 centimètres entre des électrodes libres, a été percée par une étincelle de 10 centimètres, avec l'aiguille dans la goutte de stéarine.

En admettant que la longueur de l'étincelle est proportionnelle à l'épaisseur du diélectrique, l'auteur définit la rigidité électrostatique F par la plus petite longueur d'étincelle dans l'air (en centimètres) pouvant traverser une épaisseur de 1 centimètre du diélectrique considéré, par le procédé ci-dessus, en moins d'une minute.

Il décrit le mode opératoire qu'il a employé, et publie le détail d'un certain nombre d'essais, dont les résultats peuvent se résumer comme suit :

Trois échantillons de verre ordinaire ont donné pour F des valeurs variant de $15^{cm}9$ à $17^{cm}6$.

Une plaque de verre incolore, au plomb, a donné $F = 10^{cm}9$;

Cinq plaques d'ébonite ont donné $F = 20^{cm}3$ à $28^{cm}8$;

Une plaque d'ébonite colorée en rouge par du cinabre a donné $F = 11^{cm}9$;

Une autre colorée en gris par l'oxyde de zinc a donné $F = 9^{cm}9$;

Quatre plaques d'ébonite d'une autre marque ont fourni des valeurs plus élevées : $F = 54^{cm}1$ à $77^{cm}3$;

Six lames de porcelaine ont donné $F = 18^{cm}4$ à $20^{cm}6$;

Enfin, le mica a fourni des valeurs variant de 35 à 57.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

La production, la consommation et les prix du cuivre et du plomb. — M. Ed. PAYEN, considérant la place qu'occupent aujourd'hui, dans l'industrie, le cuivre et le plomb, et la répercussion de leurs cours sur de nombreuses transactions financières, examine, dans l'*Économiste français*, du 26 septembre, comment ces métaux se sont comportés au cours de l'année 1902.

La production mondiale du cuivre s'y est élevée à 535 000 tonnes, ce qui représente une augmentation de 3 °/₀ environ sur celle de 1901. Cet accroissement provient presque entièrement des États-Unis, auxquels appartient plus de la moitié de la production du cuivre. L'Espagne, dont la production est ensuite la plus forte, a vu diminuer légèrement celle-ci. Un certain fléchissement s'est également montré dans la marche ascendante suivie par la production du Canada, qui atteint encore plus du double de celle de 1900.

Le progrès de la consommation a été moindre qu'en 1901 : 20 000 tonnes d'augmentation au lieu de 48 000. Le plus gros consommateur de cuivre, les États-Unis, a vu sa consommation diminuer de 37 000 tonnes, et tomber à 203 000. Tous les pays d'Europe ont, au contraire, accru leur consommation; c'est ainsi que la France a regagné tout le terrain perdu les deux précédentes années, en revenant à 52 909 tonnes.

En résumé, la production et la consommation du cuivre ont progressé de façon continue durant les dix dernières années, ce métal prenant une place toujours plus grande dans la métallurgie et dans l'industrie des produits chimiques. Le prix moyen du cuivre a notablement baissé en 1902. Actuellement, les fluctuations de ses cours sont amples et fréquentes, mais elles proviennent bien plus de la spéculation que de la variation des besoins industriels.

La production mondiale du plomb a atteint, en

Digitized by Google

1902, 863 000 tonnes, soit 24 000 tonnes de plus que l'année précédente. Ce progrès est remarquable, non seulement d'une année à l'autre, mais encore par rapport à la production décennale. L'accroissement de la consommation a suivi, et sans doute provoqué, celui de la production.

Nous retrouvons, comme pour le cuivre, les États-Unis au premier rang des producteurs, avec 242 700 tonnes; l'Espagne vient ensuite, avec un remarquable accroissement sur l'année précédente, ayant passé de 149 500 à 172 200 tonnes. L'Allemagne vient au troisième rang; la France occupe le neuvième, avec 18 500 tonnes.

Seuls, les États-Unis et l'Allemagne sont à la fois grands producteurs et grands consommateurs; l'Espagne, si grand producteur, ne consomme pas 2 000 tonnes. La Grande-Bretagne, en décadence au point de vue de la production, reste un grand acheteur de plomb; la consommation française, également très supérieure à la production, a plutôt diminué.

Malgré un fléchissement sensible, dans ces deux dernières années, les cours du plomb ont presque doublé en huit ans, ayant passé de £ 9 $^{3}/_{8}$ la tonne (de 1 000 kilogr.) à £ 17 $^{3}/_{16}$. Le marché est encore satisfaisant, et beaucoup moins agité par la spéculation que celui du cuivre.

MÉCANIQUE

L'éclatement des meules d'émeri. — Le *Génie Civil* (1) a publié récemment des renseignements sur les expériences de M. Grübler sur la résistance des meules d'émeri et de carborundum.

Le Professeur Benjamin a présenté à l'American Society of Mechanical Engineers un travail sur le même sujet, qui se trouve reproduit dans le *Feilden's Magazine*, de septembre.

Les meules essayées avaient toutes la même dimension (diamètre 40 centimètres, épaisseur 25 millimètres, trou de 31 millimètres); elles avaient été achetées à divers fabricants, sans indiquer leur destination. La vitesse normale de travail variait entre 1 150 et 1 400 tours par minute (en moyenne 1 200); elles étaient montées entre deux plateaux concaves, de 15 centimètres environ de diamètre, portant sur 19 millimètres de largeur à leur circonférence.

La vitesse d'éclatement a varié de 2 750 à 4 600 tours par minute, le facteur de sécurité (exprimé par le carré du rapport de la vitesse d'éclatement à la vitesse normale de travail) variant de 4,8 à 13,10.

Les résultats des essais de 15 meules se trouvent résumés dans un tableau, qui comprend en particulier deux meules avec toile métallique (facteurs de sécurité 10,5 et 10,7) et deux meules au caoutchouc vulcanisé (facteurs de sécurité 11,7 et 13,1)

MINES

Séparateurs magnétiques d'étain et de tungstène aux mines de Gunnislake (Cornouailles). — Nous trouvons, dans l'*Engineering and Mining*, du 19 septembre, quelques données sur le travail des mines de Gunnislake, qui ont été depuis longtemps déjà exploitées sur une grande échelle, principalement pour l'extraction du cuivre. Actuellement, les opérations sont menées en vue de la production de l'étain et du tungstène.

L'usine comporte un broyeur californien, un concasseur, huit tables de séparation, système Buss, des classificateurs et des épurateurs Luhrig. En sortant du broyeur, les minerais, qui contiennent environ 12 °/. de soufre et d'arsenic, sont envoyés dans un four à calciner, système Bruckner, qui peut traiter 10 tonnes par jour, et demande peu de surveillance. De là, ils tombent sur le séparateur magnétique, qui comporte une toile sans fin passant successivement devant deux paires d'aimants : l'une, absorbant 4 ampères, sépare tout le fer et le rejette dans une trémie spéciale; l'autre, de 12 ampères, enlève le tungstène moins magnétique que le fer, tandis que l'étain est entraîné jusqu'à l'extrémité de la courroie. Ce séparateur magnétique traite 5 tonnes par jour.

Le tungstène passe ensuite par un tamis, puis dans un trieur à secousses qui sépare les parties les plus légères, tandis que les fractions les plus lourdes, qui contiennent 60 à 64 °/. de tungstate de fer, sont mises en sacs et vendues comme tungstène.

Le minerai d'étain est soumis au traitement ordinaire usité dans le pays de Cornouailles; le rendement est d'environ 0,4 °/. en étain et 0,7 °/. en tungstène.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 13, p. 201.

NAVIGATION

L'Océanographie. — M. J. Thoulet, professeur d'Océanographie à la Faculté des Sciences de Nancy, résume, dans la *Revue générale des Sciences*, du 30 août, les informations qui lui ont été demandées sur la façon dont une personne, naviguant comme marin, médecin à bord d'un navire, yachtman ou passager, pourrait s'occuper utilement d'Océanographie.

Après avoir constaté avec regret que la France, qui a véritablement créé l'Océanographie avec le comte de Marsigli, il y a plus de deux siècles, et Aimé, il y a bientôt un siècle, affecte de dédaigner ce qui concerne la mer, et semble ignorer l'existence de tant de lois utiles déjà connues, l'auteur conseille d'abord aux aspirants océanographes d'acquérir les premières notions de cette science, en recourant aux livres et aux articles publiés (notamment dans le *Scottish Geographical Magazine*, d'Édimbourg, dans le *Geographical Journal*, de Londres); aux *Reports on the scientific results of the exploring voyage of Challenger*; au *Deep sea deposits*, de Sir John Murray et du docteur Renard; à *Physics and Chemistry*, du professeur Buchanan; à *der Ocean*, de Krümmel; *Bionomie des Meeres*, du professeur Johannes Walther, etc. En France, en dehors des anciens travaux de Marsigli et d'Aimé, il n'y a guère à consulter que les mémoires et l'*Océanographie statique et dynamique* de l'auteur.

M. Thoulet indique ensuite les principales questions qui doivent attirer les océanographes : la couleur de la mer, la topographie et la lithologie des fonds marins, l'étude des vagues, celle du *plankton de surface* des eaux, c'est-à-dire de l'ensemble des êtres organisés ou d'origine organique qui flottent dans l'Océan, indépendamment de leur volonté, livrés aux seules conditions physiques de la mer.

Il termine sa note en rappelant qu'en matière scientifique, les observations sont des matériaux que ceux-là seuls peuvent bien utiliser qui les ont recueillies. Que chacun se pose une question et en cherche la réponse dans une observation attentive; que le travailleur se donne une tâche bien délimitée et qu'il l'achève entièrement. « La Nature, dit Mohr, répond à toutes les questions qu'on lui adresse, par un *oui* ou par un *non*, ou par le silence, et, dans ce cas, c'est que celui qui l'a interrogée a mal posé sa question ».

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

L'épuration de l'eau d'alimentation des locomotives, aux États-Unis. — Les locomotives qui parcourent le Wisconsin et le Michigan s'alimentent surtout aux lacs de la région traversée, où l'eau est douce et de bonne qualité. Dans l'Iowa, au contraire, les eaux renferment généralement des matières incrustantes, qui rendent fort coûteux l'entretien des chaudières, dont elles réduisent en outre la production. C'est dans le Minnesota et le Dakota que se rencontrent les eaux les plus chargées en sels calcaires mélangés à des sels alcalins. La Compagnie du Chicago and North Western Railway, à qui appartiennent les lignes établies dans ces États, avait essayé de remédier à la formation du tartre, dans ses chaudières de locomotives, par l'emploi de soude brute, pour neutraliser le sulfate de chaux et le chlorure de magnésium, ou de chaux éteinte, destinée à agir sur les carbonates en dissolution, ainsi que sur les acides. Mais on reconnut bientôt que l'introduction de ces désincrustants dans les chaudières mêmes présentait divers inconvénients dont les principaux sont le primage, c'est-à-dire les entraînements d'eau, et l'obligation de procéder fréquemment à l'extraction des dépôts boueux.

La Compagnie résolut donc d'épurer, avant l'emploi, les eaux dont le degré hydrotimétrique était trop élevé. Le *Bulletin de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer* donne, dans son numéro de septembre, la description des appareils dans lesquels s'effectue le traitement chimique et mécanique de l'épuration préalable. On commence par doser et faire dissoudre la quantité de soude et de chaux reconnue nécessaire, eu égard à la proportion de sels renfermés dans l'eau d'alimentation. Puis, on ajoute à cette dernière la solution ainsi préparée, et le mélange est introduit dans de grands bassins en tôle, où des palettes, actionnées par une transmission, produisent une agitation continue. Les sels de chaux et de magnésie en dissolution dans l'eau dure s'éliminent sous forme de précipité blanc, qu'on sépare de l'eau adoucie, par filtrage et décantation. On enlève une fois par mois les boues, qui sont ordinairement utilisées dans la confection du lait de chaux.

Par ce traitement, on a pu abaisser, à Council Bluffs (Iowa), où se trouve l'une des installations les plus importantes du réseau, la proportion de sels incrustants, de 0gr 80 à 0gr 06 par litre d'eau traitée Six usines d'épuration sont en fonctionnement et onze autres en construction.

Les frais de traitement varient, suivant la qualité des eaux, de 0 fr. 013 à 0 fr. 132 par mètre cube. Cette dépense est largement compensée par la diminution des frais de combustible et de réparation des locomotives, et de ceux qu'exigent les fréquents lavages des chaudières. Il en résulte aussi une meilleure utilisation des machines.

Les progrès récents de la turbine à vapeur. — L'*Electrical Review*, du 19 septembre, publie une communication de M. Emmet à la convention de Saratoga, où l'auteur expose principalement les progrès réalisés récemment par la turbine Curtis (1).

Cette turbine est construite avec arbre vertical, afin de diminuer l'encombrement, d'annuler l'effort sur les paliers et de réduire leur nombre et leurs dimensions. Le poids des parties tournantes est supporté par un palier à pression d'huile. L'arrêt de la pompe à huile ne cause ordinairement aucun dommage sérieux; néanmoins, on a prévu, dans les nouvelles turbines, une couronne fixe sur laquelle vient s'appuyer la partie tournante, en cas d'usure anormale du palier; cette couronne fait frein et arrête la machine.

Un dernier perfectionnement réside dans l'emploi d'un accumulateur à huile pour alimenter le palier; même en cas d'accident grave aux appareils de compression, l'alimentation continue pendant assez longtemps pour qu'on puisse arrêter la turbine.

L'importance d'un bon vide a conduit les constructeurs à disposer sous les turbines des condenseurs appropriés.

Cette communication a été suivie d'une comparaison intéressante de la turbine avec le moteur à gaz, par M. O. Mailloux. La conclusion de son étude est que, en raison du prix élevé de premier établissement du moteur à gaz, de sa dépense d'entretien, du prix des bâtiments qui lui sont nécessaires, il ne peut lutter avec la turbine que dans les cas où le combustible est très cher.

TRAMWAYS

Le réseau des tramways de Berlin. — Sans parler des bateaux à vapeur, des nombreux omnibus et des voitures particulières, Berlin possède actuellement, comme voies ferrées de communication urbaines : le Chemin de fer urbain, à quatre voies, de Charlottenbourg à Stralau (16km 6); le Chemin de fer de Ceinture (39km 3); le Métropolitain électrique (10km 7); et enfin l'important réseau de tramways, qui n'a cessé de se développer, depuis sa création, en 1871.

Dès 1888, le nombre annuel de voyageurs dépassa 100 millions. Après certains essais infructueux de traction par la vapeur, puis par accumulateurs, la traction électrique fut réellement inaugurée, le 1er mai 1896, par la mise en marche de cinquante voitures automotrices munies d'équipements Thomson-Houston. C'est en 1900 qu'eut lieu l'unification complète du réseau.

Le 1er janvier 1900, le réseau comprenait dix-neuf lignes à traction électrique, qui s'étendaient sur 121km 5, dont 105 kilom. desservis par conducteur aérien et 16km 5 par accumulateurs. Ce dernier système donna lieu à des mécomptes, particulièrement pendant l'hiver 1899-1900. Il a donc été abandonné, et remplacé, mais sur une petite partie seulement du parcours correspondant, par la prise de courant souterraine.

A la fin de 1902, le réseau, complètement desservi par l'électricité, se composait de 489 kilom. de voies.

Les tramways sont reçus dans dix-huit dépôts, dont le plus important, celui de la Hüttenstrasse, peut recevoir 320 voitures.

Le tarif général est de 10 pfennigs, et des cartes mensuelles de circulation sont délivrées à des prix variant de 6 marks, pour une seule ligne, jusqu'à 15 marks pour le réseau entier; ces facilités ont fait monter le chiffre des voyageurs, en 1902, à près de 295 millions.

La recette, en 1902, a, paraît-il, atteint 27 672 000 marks et les dépenses 15 338 000 marks; le coefficient d'exploitation a été de 55,41 °/.

Le nombre quotidien de voyageurs s'est élevé, en moyenne, à 807 670.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 22, p. 351

Digitized by Google

L'effectif des voitures était, au commencement de 1903, de 2550 unités, parmi lesquelles 1288 motrices (dont 372 à quatre essieux).

Les *Mitteilungen des Vereines für die Förderung des Strassenbahnwesens*, de septembre, décrivent les travaux de transformation, les types de rails et de caniveaux employés, les dépôts, les voitures, les usines électriques, enfin la constitution actuelle du réseau et les dispositions générales du service concernant soit le personnel, soit les voyageurs.

Tramway électrique du Mont-Blanc. — Le chemin de fer de la Jungfrau, actuellement en cours d'exécution (1), semble avoir des imitateurs. Parmi les projets qui ont été établis pour rendre le Mont-Blanc accessible par une voie à traction mécanique, celui de M. Duportal, dont la concession est actuellement en instance, présente, pour le voyageur, un intérêt tout particulier, en raison du tracé qui a été adopté, au milieu des décors alpestres les plus grandioses de cette région ; d'autre part, il faut reconnaître que les difficultés techniques qu'a fait surgir cette importante étude paraissent avoir été résolues heureusement.

La première partie de la ligne a son point de départ à la station de la Compagnie P.-L.-M., au Fayet ; elle passe à Saint-Gervais, au col de Voza et se dirige, en restant toujours à l'air libre, jusqu'à la Tête-Rousse, à l'altitude de 3165 mètres. L'entrée en souterrain se fait à partir de cette dernière station et se continue jusqu'au sommet de l'Aiguille du Goûter, à 3820 mètres, qui serait provisoirement le point terminus de la ligne. Le tracé du second tronçon, jusqu'au sommet du Mont-Blanc, n'est pas encore définitivement arrêté. La voie a pu être maintenue en plein air sur une longueur de 15 kilom. environ, ce qui présente, pour le touriste, l'avantage de rendre le trajet plus agréable ; les trois derniers kilomètres seront en tunnel.

D'après la *Revue générale des Chemins de fer* (numéro de septembre), à laquelle nous empruntons les renseignements ci-dessus, la voie, semblable à celle du chemin de fer de la Jungfrau, sera à crémaillère du système Strub. La vitesse normale ne dépassera pas 7 kilom. à l'heure. Chaque train pourra transporter quatre-vingts voyageurs.

Nouvelle voiture pour tramways interurbains. — Le *Street Railway*, du 5 septembre, décrit une nouvelle voiture perfectionnée par la Compagnie de Milwaukee, et dans laquelle on a pu trouver soixante-six places assises pour une longueur totale de 15m 40.

La voiture comprend trois divisions : un grand compartiment central, avec sièges perpendiculaires à la voie, et deux compartiments extrêmes, qui renferment la cabine du wattman, et dont l'un forme compartiment de fumeurs. Deux portes roulantes permettent d'ouvrir la cabine non occupée, qui devient ainsi un vestibule.

Cette voiture est montée sur bogies ; elle est actionnée par deux moteurs de 60 chevaux, présentant quelques dispositions spéciales en vue d'améliorer la suspension et de faciliter le démontage sans l'aide d'une fosse ; c'est ainsi que la partie supérieure des inducteurs, au lieu d'être montée à charnières, peut s'enlever complètement en découvrant l'induit, la partie inférieure de l'inducteur restant fixée au truck.

TRAVAUX PUBLICS

Établissement d'une conduite de gaz à haute pression, à travers le Mississipi, à la Nouvelle-Orléans. — L'*Engineering News*, du 20 août, donne un résumé d'une communication de M. Miller, sur la pose d'une conduite de gaz à haute pression, destinée à alimenter le faubourg d'Alger, à la Nouvelle-Orléans, situé sur la rive opposée du Mississipi.

L'opération, difficile en raison de la grande profondeur du fleuve qui atteint 36m 50, des variations continuelles de son lit, de la force du courant et des nombreuses épaves qui l'obstruent, fut cependant menée à bien. La pose du tuyau, pendant laquelle les joints se faisaient au fur et à mesure de l'avancement, dura trente-deux heures.

Le tuyau, en acier, a 0m 15 de diamètre ; sa longueur est d'environ 640 mètres. L'immersion s'opéra au moyen d'un câble de traction attaché à l'avant du tuyau, qui était armé d'une pièce conique lui permettant de se frayer un passage à travers les obstacles. Un câble de retenue, rattaché de distance en distance au tuyau, ne le laissait filer qu'au fur et à mesure que les joints étaient faits. On n'eut à relever le tuyau que pour remplacer par une courbe une partie droite qui s'était brisée, près de la rive, du côté de la Nouvelle-Orléans. Une fois le tuyau posé et le gaz introduit, il fallut le déplacer par suite de travaux que l'on eut à exécuter sur le quai : cette opération se fit en coupant le tuyau et reliant les deux extrémités au moyen d'un tuyau flexible.

La haute pression du gaz contre-balance la pression de l'eau et empêche son infiltration dans le tuyau. Des cuves ont été établies pour recevoir les condensations qui, d'ailleurs, sont très faibles. Le tuyau ne repose pas entièrement sur le lit du fleuve, car le courant l'a fait s'infléchir. Mais il est certain que, peu à peu, les alluvions viendront le recouvrir entièrement. On n'a pas eu à se plaindre de l'électrolyse par des courants électriques de retour.

Le prix de revient de cette installation a été de 10000 dollars, tandis que celui d'une nouvelle usine à gaz aurait atteint de 25000 à 30000 dollars.

On peut rappeler, à ce propos, qu'une installation semblable a été faite à Norfolk, mais sur une échelle beaucoup moindre, et qu'on a employé, dans ce cas, un tube en plomb.

Réparation des câbles du pont de Williamsburg, à New-York. — Le pont de Williamsburg, à New-York, est un pont suspendu, du type ordinaire, dont les câbles ont environ 915 mètres de longueur. Composés de 7696 fils de 5 millimètres, ils ont un diamètre de 0m 47 et leur résistance nominale atteint 22000 tonnes. Ils pèsent à peu près 1150 tonnes.

Le 10 novembre 1902, un incendie détruisit des ouvrages en bois établis au sommet du portique du côté de la rive new-yorkaise, endommageant les câbles du pont. La réparation de ces câbles fut exécutée de la manière suivante, d'après l'*Engineering Record*, du 5 septembre.

De chaque côté des selles sur lesquelles s'appuient les câbles du pont, on a d'abord enlevé, sur une longueur de 9 mètres environ, l'enveloppe de tôle mince d'acier qui protège les câbles : les ouvriers, pour travailler, se sont servis de plates-formes volantes, suspendues aux câbles de 0m 03 qui, en temps ordinaire, forment une main-courante pour les surveillants circulant sur les câbles principaux. On a enlevé ensuite les parties endommagées des fils dont les extrémités ont été jonctionnées avec des longueurs de fils neufs, au moyen de manchons à deux filetages opposés, en ayant soin de donner aux nouveaux fils la même tension qu'aux anciens.

Pour renforcer les câbles, on leur a ajouté 40 fils à l'un et 180 à l'autre, et, pour les attaches, on s'est servi de manchons à brides, dans lesquelles passaient les fils de renforcement maintenus par des écrous, chaque manchon portant 20 fils. Ces travaux de réparation ont été exécutés sur 450 fils et ont occupé six hommes pendant 40 jours.

DIVERS

Fabrication mécanique des bouchons. — Le *Bulletin de l'Association des Chimistes de sucrerie et de distillerie*, dans son numéro de septembre, décrit la fabrication des bouchons spécialement destinés aux vins mousseux. Ces bouchons sont fabriqués au moyen de deux tranches de liège superposées et collées.

Les lièges, convenablement triés sur les lieux d'origine, arrivent à l'usine dans de petits sacs qui contiennent les plaques, préalablement découpées en petits carrés et classées avec soin. Après un trempage dans des cuves chauffées à la vapeur, elles sont doucement étuvées à 40 degrés environ, puis passées à la meule d'émeri pour façonner le ventre du bouchon, et ensuite calibrées à la main. Une machine spéciale sert à scier le liège selon la forme du dos.

Après un nouveau triage, le collage des deux pièces formant le bouchon est opéré au moyen d'un agglutinant dissous dans l'éther. Un nouveau séchage progressif, de 30 à 70 degrés, prépare le bouchon à l'action de la presse, qui réunit les deux parties collées. Puis viennent le rognage des bouts à la meule d'émeri, le tournage et le polissage, tous deux à la meule, enfin le marquage, le lavage, et le classement par qualités. Le prix des meilleurs bouchons peut atteindre 200 francs le mille.

Les déchets trouvent leur emploi dans la fabrication du linoleum.

On a soin d'établir, dans les divers ateliers, une ventilation bien entendue, avec canalisations desservant chaque machine, pour l'enlèvement des poussières de liège nuisibles aux ouvriers.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XXXIV, n° 25, p. 393, et n° 26, p. 413.

Ouvrages récemment parus.

Le Chemin de fer Métropolitain municipal de Paris, par Jules Hervieu, chef des bureaux du Service technique du Métropolitain. — Un volume in-8° de 254 pages, avec 73 figures et 19 planches hors texte. — Béranger, éditeur, Paris, 1903. — Prix : 15 francs.

Dans la préface de cet ouvrage, M. Bienvenüe, Ingénieur en chef du Service technique du Métropolitain, expose les nombreuses vicissitudes qu'a supportées le projet de Chemin de fer Métropolitain, les uns le considérant comme d'intérêt général, et les autres comme d'intérêt local, depuis 1855, date des premières propositions, jusqu'en 1895 où le Gouvernement a pris une décision définitive.

Dans une note préliminaire, l'auteur expose la nature de la ligne et les principes sur lesquels reposent son exécution et son exploitation, la division, entre la Ville de Paris et le concessionnaire, des travaux d'infrastructure, de superstructure et d'exploitation. Le chapitre premier se rapporte au réseau général, à la durée de concession, au montant des dépenses, à la combinaison financière, aux données générales de la construction et de l'exploitation. Le chapitre suivant est consacré à l'étude de la première ligne, dont l'auteur examine le tracé général, les courbes et les déclivités, les stations, les types divers des ouvrages, la superstructure, le matériel roulant primitif et modifié ; il décrit ensuite l'exécution des travaux préparatoires, puis les travaux des onze lots entre lesquels avait été distribuée la ligne ; il expose enfin le montant des dépenses.

Le chapitre troisième contient une étude de la ligne circulaire Nord ; le tracé en plan, le profil en long, les types courants des ouvrages, les stations, les voies, la distribution électrique, les signaux, les ouvrages et points spéciaux, l'exécution des travaux, le montant des frais d'établissement y sont successivement étudiés.

Un appendice renferme des données statistiques touchant l'exploitation, et une série d'annexes constitue l'exposé des lois et conventions administratives concernant l'établissement et l'exploitation du Chemin de fer Métropolitain.

Lavori maritimi ed impianti portuali, par Bastiani Flavio. (*Collection des manuels Hoepli*). — Un volume, petit in-8° de 425 pages, avec 209 figures. — Hoepli, éditeur, Milan, 1903. — Prix : cartonné, 6 fr. 50.

La première partie de cet ouvrage traite, à un point de vue général, de la météorologie, de l'hydraulique, des matériaux de construction et de leur mise en œuvre.

La seconde est consacrée aux ouvrages qui forment et protègent les ports de mer, à la construction des jetées, aux sémaphores et phares, aux appareils d'éclairage de ceux-ci.

L'auteur étudie, ensuite, l'aménagement intérieur des ports, le tirant d'eau, les dimensions, les dispositions d'ensemble qui leur conviennent ; enfin, leur organisation commerciale et administrative. Il passe en revue les appareils de manutention, de dragage, le matériel de radoub, et d'épuisement ; il consacre un chapitre aux installations sanitaires des ports, et un autre aux monographies des grands canaux (Suez, etc.).

Enfin, dans la dernière partie du volume, sont exposés les questions administratives et les rapports entre les services de la navigation, des ponts et chaussées, du port, etc.

Manuel de l'ouvrier mécanicien. *Troisième partie : Forge et fonderies*, par Franche. — Un volume de 109 pages, avec 317 figures. — Bernard Tignol, éditeur, Paris, 1903. — Prix : cartonné, 2 francs.

Cet ouvrage contient, dans sa première partie, les connaissances générales que doit posséder sur le fer l'ouvrier mécanicien. La seconde partie traite de la forge, de l'outillage et des travaux de forge. La troisième partie contient des indications sur la fonderie, sur l'outillage du fondeur, sur les moules et les calibres à trousser, sur le moulage de l'acier et de la fonte malléable. Enfin l'auteur termine par un chapitre consacré à la fonderie de cuivre.

Le Gérant : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, 20, RUE BERGÈRE, PARIS.

Digitized by Google

Vingt-troisième année. — Tome XLIII. — N° 27. N° 1116. Samedi 31 Octobre 1903.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — **Le numéro** : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Reconstruction du pont de Frans, sur la Saône, à Villefranche *(planche XXVII)*, p. 417. — **Industries textiles** : La manufacture de draps de Villeneuvette (Hérault), p. 420 ; Francis Marre. — **Physique industrielle** : Les moteurs à pétrole, à bord des voiliers de pêche, p. 423 ; C. Birault. — **Jurisprudence** : Les faits de pression patronale dans les élections, p. 427 ; Louis Rachou. — **Variétés** : Trafic commercial du bassin du Weser, p. 427 ; — Surchauffeur de vapeur, système Pielock, pour locomotives, p. 428 ; — Réservoir dégraisseur réchauffeur d'eaux de condensation, p. 429 ; — Emploi des meules d'émeri, p. 429 ; — Cours publics du Conservatoire des Arts et Métiers, p. 429.

Sociétés savantes et industrielles : Société des Ingénieurs civils (16 octobre 1903), p. 430 ; — Académie des Sciences (19 octobre 1903), p. 430. — Bibliographie : Revue des principales publications techniques, p. 430 ; — Ouvrages récemment parus, p. 432. — Informations : Concours de dénaturants pour l'alcool, en Russie, p. 432 ; — Varia, p. 432.

Planche XXVII : Pont de Frans, sur la Saône, à Villefranche.

TRAVAUX PUBLICS

RECONSTRUCTION DU PONT DE FRANS
sur la Saône, à Villefranche.

(Planche XXVII.)

Jusqu'à ces dernières années, la ville de Villefranche était reliée à la rive gauche de la Saône par un pont suspendu de 161 mètres, dit pont de Frans. Afin de pouvoir raccorder les deux réseaux de chemins de fer à voie de 1 mètre, qui aboutissent chacun à une extrémité du pont, les départements du Rhône et de l'Ain se mirent d'accord pour le remplacer par un pont fixe, susceptible de recevoir à la fois les trains et la circulation ordinaire.

Le nouveau pont (fig. 1), dont le projet a été étudié par le service des Ponts et Chaussées du département du Rhône, fut livré à la circulation en août 1902.

Choix d'une solution. — Sous l'ancien pont suspendu, il s'était produit, de part et d'autre de la pile centrale (fig. 1, pl. XXVII), des affouillements assez importants pour porter à 11 mètres et à 7 mètres les profondeurs au-dessous de la retenue du barrage de Port-Bernalin, et laisser cette pile au sommet d'un monticule, dans de mauvaises conditions de stabilité; de plus, son mode de fondation étant inconnu, il ne parut pas prudent de la conserver pour supporter le nouveau tablier.

D'autre part, le Conseil général du Rhône ayant décidé que le pont serait reconstruit à son ancien emplacement, pour ne pas léser les droits acquis par les riverains de la route aux abords des levées, on fut conduit à prévoir un ouvrage à trois travées, malgré les difficultés que devaient présenter les fondations des piles nouvelles, avec une profondeur d'eau atteignant 11 mètres.

Le nombre des travées étant fixé, il s'agissait de déterminer la forme du tablier.

Le pont à poutres droites dut être écarté, car, par suite du voisinage d'immeubles riverains, les culées ne pouvaient être suffisamment éle-

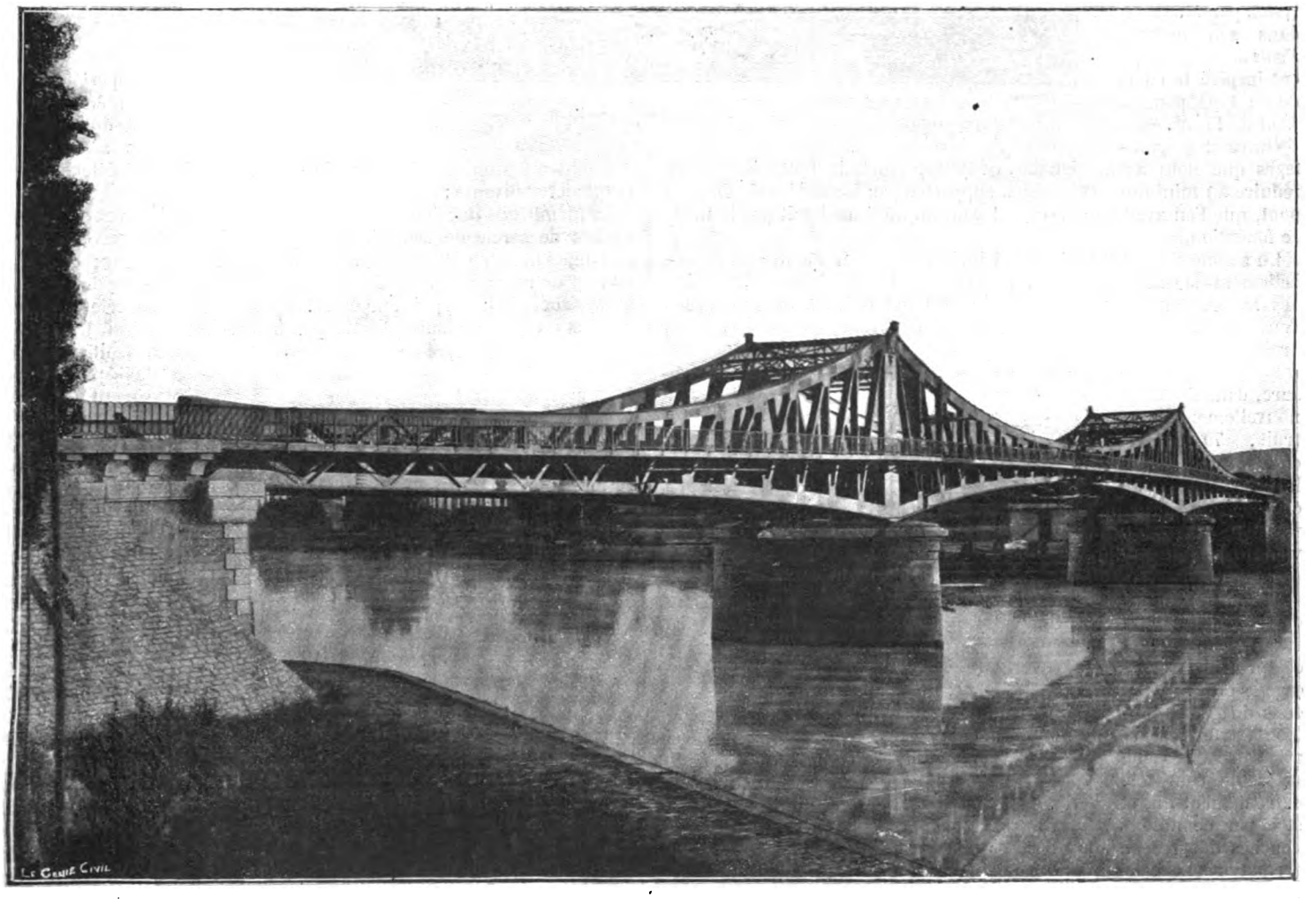


Fig. 1. — Pont de Frans, sur la Saône : Vue d'ensemble, après la reconstruction.

Digitized by Google

vées pour assurer à la navigation la hauteur libre qu'elle réclamait sous la travée centrale.

Il fut également impossible de songer à des arcs surbaissés, vu la hauteur des piles. On pensa bien à constituer le tablier par trois travées indépendantes, dont une horizontale, les deux autres étant inclinées, mais cette solution présentant des inconvénients multiples (poids plus considérable de métal, aspect disgracieux, difficulté de montage, etc.) fut également repoussée.

On s'arrêta enfin au système cantilever, qui laissait toute latitude pour donner au pont le profil exigé par les conditions locales. Ce système, que M. Résal dénomme *poutre à jonction centrale*, fut appliqué pour la première fois sur le Cheliff, à Hachachta (1), par M. Leygue, Ingénieur des Arts et Manufactures, agent voyer en chef de la province d'Oran. Ce sont, d'ailleurs, les idées exposées par M. Leygue, en 1886, dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, et analysées par M. Résal, dans son ouvrage *Ponts métalliques*, qui ont inspiré le choix de ce type pour le pont de Frans.

Outre les avantages que nous avons signalés, ce type permettait, tout d'abord, de réduire au minimum la pression supportée par les culées de l'ancien pont, que l'on avait conservées, et dont on ne connaissait pas le mode de fondation.

En second lieu, il y avait grand intérêt à pouvoir monter en encorbellement la travée centrale, à cause de l'intensité de la circulation des bateaux, et des manœuvres que ceux-ci doivent exécuter sous l'ouvrage même, pour accoster le port de Frans, accolé à la culée droite du pont. Cette travée centrale mesure, dans l'ouvrage nouvellement construit, 70 mètres d'ouverture entre les axes des appuis ; chaque travée latérale a 45m 86 d'ouverture.

Fig. 2. — Vue d'une travée de rive.

Piles. — Les fondations des piles ont été faites à l'air comprimé ; le fonçage s'est effectué dans du gravier sablonneux et s'est arrêté dans une couche de sable compact, extrêmement fin, et strié par de minces couches de grès en formation. Le caisson de la rive droite a été descendu à 16m 30 en contre-bas de la retenue de Port-Bernalin, et à 6m 50 au-dessous du lit de la rivière ; celui de la rive gauche a atteint 12 mètres au-dessous du niveau de la retenue et 6m 30 en contre-bas du lit.

Les caissons, de 4m 50 de largeur sur 14m 50 de longueur, ont été amenés en place par flottage, puis enfermés dans une enceinte constituée par une double rangée de pieux et suspendus, par huit vérins, à une plate-forme en charpente reliant les têtes des pieux. Pour le caisson de rive droite, la descente dura vingt-sept jours, et au moment où le couteau atteignit le sol, il y avait déjà, au-dessus du plafond, 3m 60 de maçonnerie ou de béton, représentant, avec le caisson, un poids total de 411 tonnes.

Tablier. — Les anciennes culées ayant simplement été élargies sur leurs fondations, sans modification de ces dernières, il ne fut pas possible de leur donner plus de 9 mètres de largeur. Dans ces conditions, le tablier (fig. 2 à 8, pl. XXVII) a été formé par deux poutres, laissant entre elles un espace libre de 7 mètres et larges, elles-mêmes, de 0m 70 ; deux trottoirs en encorbellement, de 1 mètre de largeur, furent aménagés en dehors des poutres de rives, et portent à 10m 40 la largeur totale du tablier.

La voie du chemin de fer, dont les rails reposent sur l'ossature métallique, par l'intermédiaire de blocs de chêne, est noyée dans la chaussée, et longe le trottoir aval ; les poutres de rive ne supportent donc pas la même charge, et ont dû être calculées séparément.

Quant au profil longitudinal de ces poutres, il a été déterminé de la manière suivante :

La membrure inférieure de la travée centrale a été dressée suivant un arc de cercle de 240m 47 de rayon, laissant à la navigation un rectangle libre de 4m 50 de hauteur sur 28m 74 de largeur ; celle des travées de rive a la forme d'un arc de cercle de même rayon, tangent à l'horizontale des appuis sur culée. La membrure supérieure de ces travées est profilée suivant une parabole à axe vertical, tangente à une droite inclinée à 0,05 par mètre, et passant à l'extrémité de la poutre à 2 mètres au-dessus des appuis. Le paramètre de cette parabole a été choisi de manière qu'elle se rapproche autant que possible de l'enveloppe des moments résistants de la poutre.

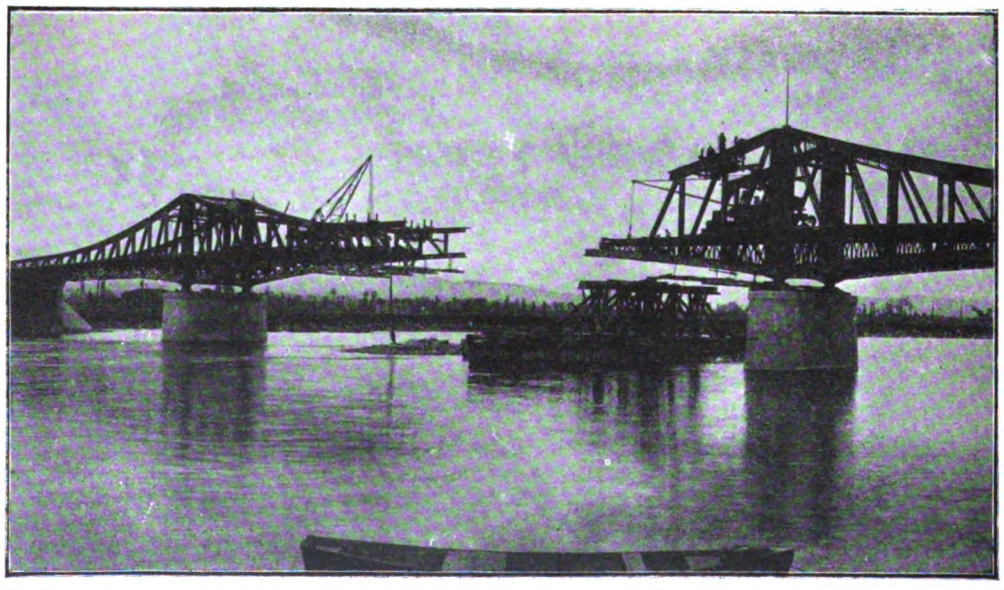


Fig. 3. — Vue du montage de la travée centrale.

Enfin, le profil de la membrure supérieure de la travée centrale a été déterminé, approximativement, par une demi-parabole à axe vertical, ayant même paramètre que celle des travées de rive, et tangente à une horizontale passant à 2m 80 au-dessus du sommet de la membrure inférieure.

La hauteur des poutres varie de 2 mètres sur les culées à 9m 80 sur les piles, pour revenir à 2m 80 au milieu de la travée centrale.

Les calculs des divers éléments de ce tablier n'ont présenté rien de spécial, si ce n'est que la diversité des pièces a obligé à les calculer toutes séparément.

C'est là, d'ailleurs, un des inconvénients du système adopté, inconvénient qui a encore été aggravé, dans le cas qui nous occupe, par la différence de charge des deux poutres.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXII, n° 17, p. 283, et t. XXXVI, n° 14, p. 214.

Digitized by Google

Montage du tablier. — La Société des Forges de Franche-Comté, adjudicataire de la partie métallique du pont, adopta une disposition ingénieuse pour le montage et la mise en place des travées de rives.

Chaque travée, moins le platelage, les poutres secondaires et une partie de son contreventement, fut assemblée sur quatre chaises à galets, dont deux étaient installées sur la culée et les deux autres à 15 mètres en arrière.

Ces chaises (fig. 4 et 5) comprenaient, chacune, quatre galets de 0m50 de diamètre, reliés deux à deux par un système de fers à I, ormant balancier ; chaque balancier reposait, par l'intermédiaire de son axe, sur la tête d'un piston hydraulique. Les cylindres des deux pistons communiquaient entre eux au moyen d'un tube sur lequel était fixé un manomètre, et l'effort exercé sur chaque appui se répartissait automatiquement entre les quatre galets.

La travée, ainsi montée sur ses chaises, pesait 164 tonnes; on lui ajouta, à son extrémité (côté culée), un contrepoids de 11 tonnes.

Pour la mettre en mouvement, on logea sous le tablier un treuil dont les chaines, amarrées à l'extrémité de ce tablier, passaient dans un palan fixé sur la culée elle-même. La membrure inférieure ayant un profil courbe, les pistons des chaises à galets durent être manœuvrés constamment pour maintenir aussi horizontale que possible la trajectoire du centre de gravité de la masse en mouvement.

On put ainsi atteindre un porte à faux de 17 mètres pour la travée de rive droite et de 19 mètres pour celle de la rive gauche.

Afin de permettre à la charpente métallique de supporter cette opération sans fatigue, les bords supérieurs des âmes de la membrure

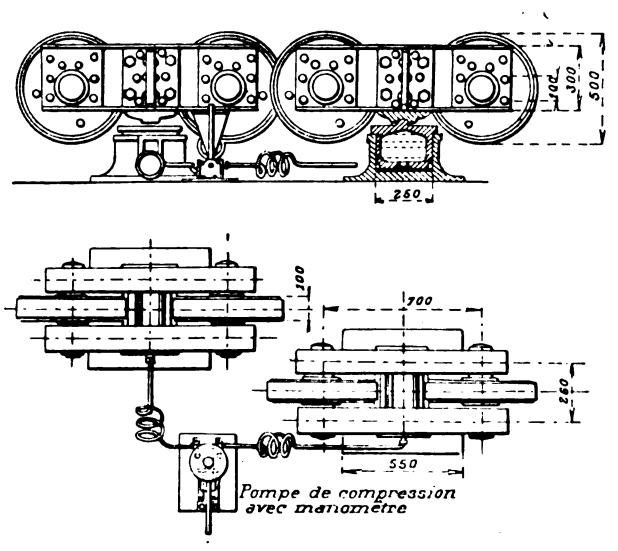


FIG. 4 et 5.
Élévation et plan des chaises à galets montées sur appareils hydrauliques.

inférieure furent renforcés, dans trois panneaux, par un fer plat de 100 × 10.

Lorsque le porte à faux fut jugé suffisant, on fit avancer sous la membrure inférieure un bateau plat de 158 tonnes de déplacement total (fig. 9 à 12, pl. XXVII) portant un échafaudage avec quatre appuis sur lesquels vint reposer la travée. Chaque appui comportait trois vérins, dont un hydraulique destiné à faire varier le niveau de la charge et à compenser l'enfoncement du bateau; les deux autres, à vis, servaient à caler la travée quand elle avait atteint la cote voulue.

Le bateau était guidé par quatre amarres dont la tension était réglée par des treuils, au fur et à mesure de l'avancement de la travée.

Les deux travées de rive furent ainsi mises en place sans incident; chaque opération ne demanda pas plus d'une demi-journée (fig. 2).

D'après M. Canat, qui a dirigé les travaux, ce mode de lançage, élégant et économique, exige, essentiellement, une absence à peu près totale de courant et de vent. Il ne peut donc être employé avantageusement que dans des conditions très spéciales.

Le montage en encorbellement de la travée centrale s'effectua rapidement et sans incident (fig. 3). Lorsqu'il fut arrêté, il restait à mettre en place, pour assurer la jonction des deux parties formant consoles :

1° Pour chaque membrure, un tronçon de 2m10 de longueur ;

2° Pour le treillis de chaque poutre, le montant du milieu, ainsi que les quatre barres inclinées à ce montant;

3° Pour le tablier, la pièce de pont médiane avec les deux tronçons du tablier (longerons, poutrelles et platelage) la reliant aux deux pièces de pont voisines ;

4° Deux portions de trottoir de 6m80 de longueur chacune.

Lorsqu'on eut procédé à la confection de la chaussée et à la pose du pavage en bois, jusqu'à environ 10 mètres de l'extrémité des abouts, ceux-ci présentaient, par rapport au niveau qu'ils devaient avoir définitivement, les différences suivantes :

Rive droite	Amont	mètres.	0,004
	Aval	—	0,022
Rive gauche	Amont	—	0,022
	Aval	—	0,044
Différence entre les deux consoles	Amont	—	0,018
	Aval	—	0,034

Pour ramener les extrémités des grandes poutres, non pas à leur niveau théorique, mais dans un même plan horizontal, on modifia légèrement les niveaux des appuis sur culée en fixant, d'un côté du pont, sous les plaques d'appui, des fourrures de 0m024 d'épaisseur à l'aval et 0m008 à l'amont et, de l'autre côté, en réduisant le diamètre des galets de roulement de 0m015 à l'amont et de 0m022 à l'aval; après cette opération, les extrémités des consoles présentèrent avec leurs niveaux respectifs les différences suivantes :

Rive droite	Amont	mètres.	0,014
	Aval	—	0,022
Rive gauche	Amont	—	0,008
	Aval	—	0,032
Différence entre les deux consoles	Amont	—	0,006
	Aval	—	0,010

On repéra alors exactement la position et les trous de rivets des pièces à assembler, et on traça à l'usine, d'après ce relevé, le perçage des pièces du tronçon de soudure; grâce à cette précaution, celui-ci put être mis en place sans imposer d'effort au métal.

Épreuves. — La surcharge d'épreuve a été ainsi constituée :

1° Un train composé de deux locomotives, pesant l'une 18 tonnes et l'autre 21 tonnes, et de quinze wagons pesant en moyenne 9t870 chacun;

2° Un convoi formé de trois rouleaux compresseurs pesant, respectivement, 13t400, 13t590 et 18 tonnes, et de trois charrettes à quatre roues, pesant 6 tonnes chacune et attelées de deux chevaux.

Nous indiquons, dans le tableau ci-dessous, les flèches maxima observées sous le passage des charges roulantes, ainsi que les flèches calculées :

		TRAVÉES DE RIVE				TRAVÉE CENTRALE
		RIVE DROITE		RIVE GAUCHE		
		Abaissement	Soulèvement	Abaissement	Soulèvement	Abaissement
Poutre aval.	Flèche observée. . .	0,012	0,017	0.0170	0.020	0,0400
	Flèche calculée . . .	0,017	0.028	0.0185	0.027	0,0424
	Différences	— 0,005	— 0,011	— 0.0015	— 0.007	+ 0,0036
Poutre amont.	Flèche observée. . .	0,014	0.0210	0,019	0,0200	0,0390
	Flèche calculée . . .	0,016	0,2065	0.017	0,0265	0,0427
	Différences	— 0,002	— 0.0055	+ 0,002	— 0,0065	— 0.0037

Durant ces épreuves on a procédé, également, à l'aide d'appareils Manet, à la mesure directe du travail dans un certain nombre de pièces.

Poids du métal. — Le métal mis en œuvre au pont de Frans représente un poids de 680 511 kilogr., se répartissant de la manière suivante :

Acier laminé	kilogr.	633 411
Acier fondu (appuis)	—	17 167
Fer forgé (garde-corps et divers)	—	12 209
Fonte (appuis et ornements)	—	16 680
Plomb	—	1 044
TOTAL		680 511

Le poids de ce pont ressort, par mètre courant, à 3 992 kilogr., dont 2 154 kilogr. pour les poutres principales et 1 838 kilogr. pour le reste du tablier; rapporté au mètre carré de tablier (trottoirs compris), il est de 8 838 kilogrammes.

Dépenses. — Les dépenses se sont élevées à 552 500 francs; elles ont été inférieures de 32 500 francs à l'estimation de l'avant-projet. Elles se répartissent ainsi :

Digitized by Google

Démolition de l'ancien pont et dérasement de la pile		francs.	9 701 12
Piles	Fondation	—	100 098 71
	Élévation	—	28 470 86
Culées		—	7 988 60
Levées d'accès y compris la chaussée		—	22 805 85
Partie métallique		—	329 522 37
Chaussée et trottoirs du tablier		—	14 545 67
Acquisitions de terrains		—	2 249 13
Travaux en régie et divers		—	26 854 24
Surveillance et frais généraux		—	10 263 45
TOTAL			552 500 »

Le mètre linéaire de l'ouvrage (culées comprises), revient à 3 074 fr. 12, dont 1 790 fr. 23 pour le métal.

Ce pont a été projeté et construit sous les ordres de MM. les Ingénieurs en chef Petit et Gros, par M. Canat, Ingénieur des Ponts et Chaussées, qui a publié (1), sur cet ouvrage, un mémoire fort intéressant, d'où sont tirés la plupart des renseignements qui précèdent.

A. T.

INDUSTRIES TEXTILES

LA MANUFACTURE DE DRAPS DE VILLENEUVETTE (Hérault).

La manufacture de draps de Villeneuvette (Hérault) est intéressante, non seulement parce que cette usine, dont la figure 1 donne le plan d'ensemble, est pourvue d'un outillage moderne et perfectionné, mais encore parce qu'elle présente cette particularité d'être entourée d'un domaine agricole de 600 hectares, que les deux exploitations industrielle et agricole se prêtent un mutuel appui, enfin que les deux domaines constituent le territoire d'une commune française, et appartiennent en entier à un seul propriétaire.

Situation. — Villeneuvette est à 4 kilom. de la petite ville industrielle et commerçante de Clermont-l'Hérault, dans l'arrondissement de Lodève. Une route la relie aux plateaux du Larzac, pays d'élevage de moutons. La gare de Clermont lui assure des communications faciles avec les régions productrices de laine: avec la partie orientale du Larzac par Lodève; avec les Causses, le Tarn, l'Aveyron, le Cantal et l'Auvergne par Paulhan et Bédarieux; avec les Pyrénées par Béziers, Narbonne et Toulouse; avec la Camargue, la Provence et les Alpes par Montpellier, Nîmes et Tarascon.

Les débouchés vers la mer sont assurés par Montbazin-Gigean et Cette. Les houilles lui arrivent de Graissessac et Carmaux par Bédarieux; de Bessèges, La Grand'Combe et Decazeville par Montpellier.

Organisation. — L'usine met surtout en œuvre des laines françaises venant d'Arles (elles sont fines, mais d'un prix élevé : 6 francs à 6 fr. 50 le kilogr.) ou de Provence, des Alpes, du Roussillon et du Larzac; (celles-ci sont d'une bonne qualité moyenne). Parfois, pour la fabrication de draps ordinaires, elle emploie des laines d'Australie et d'Algérie, plus communes et moins fines que les laines de France. Elle fabrique plus spécialement des draps pour la troupe, pour les pensionnats, établissements hospitaliers, congrégations, etc., du drap de harnachement (couvertures), d'ameublement et de capitonnage pour les wagons et les paquebots; des flanelles et des molletons. Sa fabrication a passé, pour le drap seulement, de 79446 mètres avec 2731 pièces en 1892, à 110 947 mètres avec 3 061 pièces en 1902.

L'usine est outillée pour une fabrication annuelle de 180 000 à 190 000 mètres de drap. Elle est donc constamment restée bien en dessous de son taux maximum de production.

Le nombre des ouvriers a passé de 300 à 154 dans la même période décennale, au fur et à mesure que se perfectionnait l'outillage (2).

A côté des ouvriers titulaires, il y a des apprentis et des ouvriers détachés occasionnellement du personnel employé au domaine agricole et qui assurent les manipulations à l'intérieur de l'usine, le camionnage des laines à l'arrivée, l'expédition des produits manufacturés, etc.

La moyenne actuelle des salaires est de 4 francs à 4 fr. 25 pour les hommes, 1 fr. 80 à 2 fr. 50 pour les femmes, 2 francs environ pour les apprentis. Chaque famille dispose d'une maison et d'un jardin, fournis gratuitement, sous l'obligation d'être tenus en bon état. Les maisons sont claires, spacieuses et bien aérées. L'eau potable est fournie en abondance par un aqueduc qui amène des eaux de source captées à une distance de 5 kilomètres.

Le service médical et pharmaceutique est confié à deux médecins et à un pharmacien de Clermont-l'Hérault, et donne lieu à une retenue annuelle de 4 francs sur les salaires. Il y a un instituteur et une institutrice. Villeneuvette possède une église, desservie par un chapelain. La population totale de la commune est de 350 habitants.

Les ouvriers sont, en général, très attachés à l'usine; actuellement, 51 d'entre eux ont plus de 30 ans de service (1).

L'organisation sociale est complétée par une caisse de retraites pour la vieillesse et par une société de secours mutuels et d'assurance contre la maladie, alimentées par une retenue de 1 % sur les salaires, les déficits possibles étant comblés par le patron.

Les statistiques officielles montrent que l'état sanitaire de Villeneuvette est bien meilleur que celui de Lodève, de Clermont-l'Hérault et même des villages purement agricoles de la région; de plus, le chiffre des naissances est supérieur à celui des décès : c'est l'inverse qui a lieu pour les localités avoisinantes.

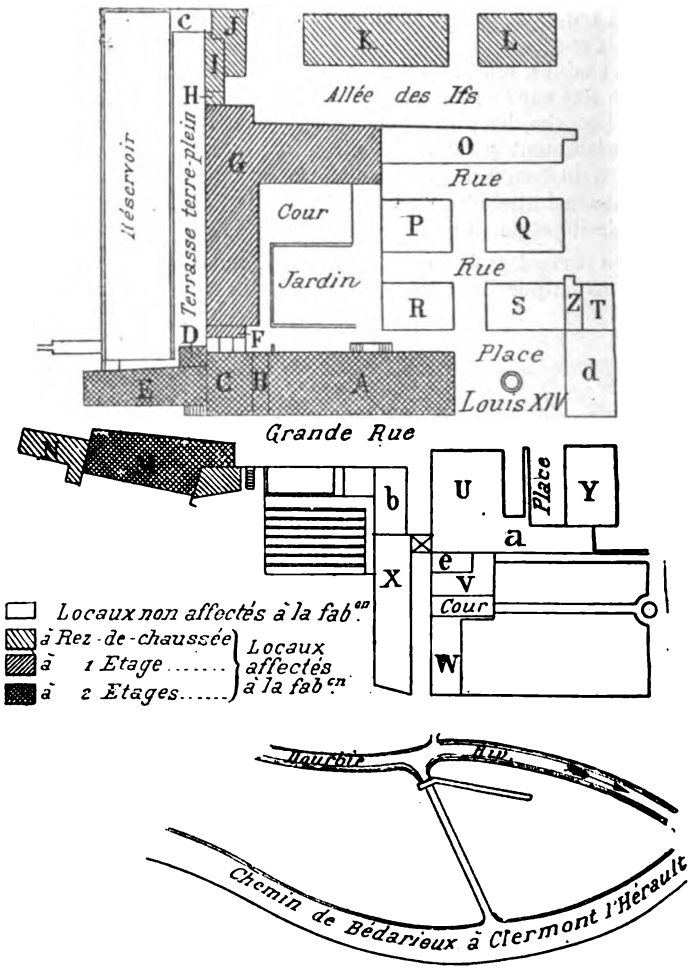


FIG. 1. — Plan général de la manufacture.

A, habitation des directeurs et magasin; — B, bureaux, laboratoire, magasin; — C, D, E, ateliers, apprêts, machine à décatir, filature; — F, atelier de menuiserie; — G, ateliers de filature, battage, triage, lavage, séchage, ourdissage, foulage, machine à vapeur; — H, générateur Belleville; — I, local du générateur de 50 chevaux; — J, machine à ramer les draps et trempages; — K, atelier de tissage; — L, hangar, magasin; — M, tondeuses, apprêts, machine à vapeur, teinture; — N, teinture, lavage de laine; — O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, logements d'ouvriers et d'employés, magasin; — Y, église; — Z, bergerie; — *a*, magasin, écurie; — *b*, pigeonnier; — *c*, pavillon; — *d*, remises, écuries; — *e*, four à pain.

EXPLOITATION INDUSTRIELLE. — Les laines arrivent en suint. On estime que 100 kilogr. de laine en suint donnent 35 kilogr. de laine lavée, laissant après teinture 32 kilogr. de matière première propre au tissage. Ces 32 kilogr. donnent, en moyenne, 32 mètres de drap de 1m 20 de largeur. Le poids du mètre courant de drap est de 0kg 800 environ; son prix marchand varie de 8 à 9 francs.

100 kilogr. de laine ordinaire brute valent 150 francs; les 32 mètres de drap qui en proviennent représentent 260 à 300 francs, soit près du double. Du prix de vente, la culture voit lui échoir 50 % représentant le prix de la laine brute et 15 % représentant le prix des matières tinctoriales, des huiles, des chardons d'apprêt, etc. Les 35 % restants se répartissent entre le patron et la main-d'œuvre.

Dans l'*assortissage* ou *cernissage*, on sépare à la main les pattes, ventres et queues de la toison, c'est-à-dire les parties les moins utilisables, et on répartit la laine en plusieurs catégories d'après sa finesse, sa souplesse, la solidité et la longueur de ses brins.

Le *battage en suint* qui ouvre les toisons est opéré mécaniquement

(1) *Annales des Ponts et Chaussées*, 1er trimestre 1903.

(2) Assortissage, lavage, séchage : 17 ouvriers; teinture : 6; travaux divers : 13; filature : 18; encollage et ourdissage : 6; tissage : 52; foulage : 4; apprêts : 30. Employés et contremaîtres : 8.

(1) 24 ont une durée de service supérieure à 40 ans.

Digitized by Google

par un tambour à baguettes plates tournant avec rapidité dans une enveloppe fixe où la laine est introduite.

Le *dégraissage* est opéré par des lavages à l'eau chaude savonneuse ou par des procédés chimiques basés sur l'emploi de la sulfoline (brevet Édouard Maistre et Mathieu Campagne) qui transforme le suint en un savon soluble: deux Leviathans permettent le dégraissage simultané de quantités considérables de laine. La laine brute renferme 14 % de suint (d'après les travaux de Maumené et Rogelet); les eaux de dessuintage sont perdues.

Cette perte est regrettable, car la partie soluble du suint est constituée presque exclusivement par le sel potassique de l'acide sudorique,

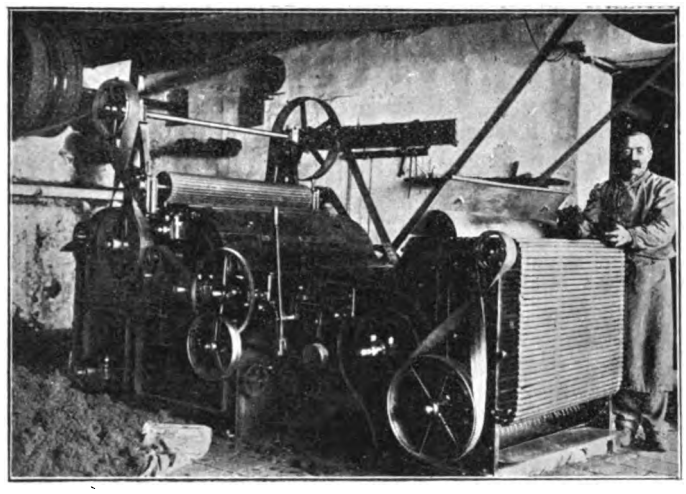


Fig. 2. — Trieuse-échardonneuse.

qui renferme de l'azote (96 %), mélangé à un peu de chlorure et de sulfate de potassium (4 %). L'extrait sec de l'eau de dessuintage, ou suintate brut d'une toison moyenne de 5 kilogr. pèse environ 0kg 80, soit 0kg 16 par kilogr. de toison. L'usine traitant par jour 600 kilogr. de laine au minimum, récupérerait ainsi 9kg 600 par jour, soit 3 500 kilogr. par an de suintate brut, fournissant 52 % de son poids d'un salin, dont la composition est :

Carbonate de potassium	86,78
Chlorure de potassium	6,18
Sulfate de potassium	2,83
Si, Al, P^2O^5, $Ca(OH)^2$, $Mg(OH)^2$, KOH, oxydes divers de Fe, Cu, Mg.	4,21
	100 »

C'est un excellent engrais potassique, qui laisserait un bénéfice très appréciable. Ce bénéfice serait, d'ailleurs, accru par la récupération

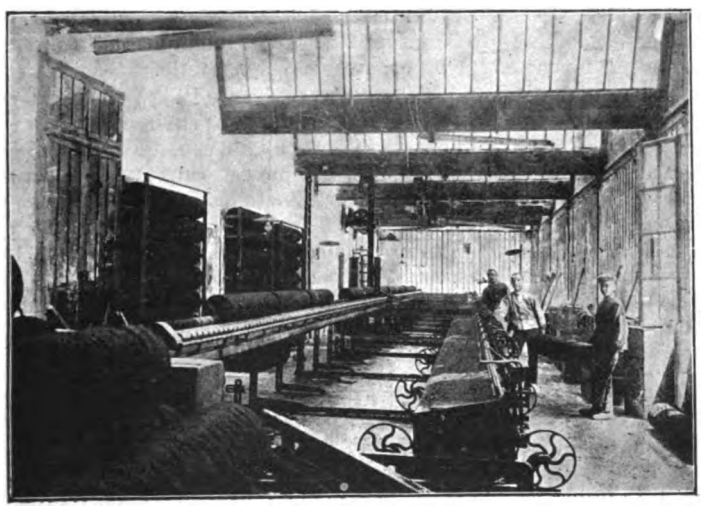


Fig. 3. — Métiers à filer.

des savons de lavage, qui se fait sans grands frais avant la préparation du salin, ou par la préparation de savons potassiques extraits de la partie insoluble du suint, et qui pourraient être utilement employés au foulonnage.

Le *lavage* et les *rinçages* sont opérés, sous courant d'eau froide, par la turbine à dents Émile Ollivier. Le *séchage* se fait, en été, à l'air libre et au soleil; en hiver, au séchoir mécanique à air chaud.

Huit cuves allemandes à fermentation sont affectées à la *teinture*. Celle-ci s'effectue à l'indigo synthétique et à l'indigo naturel, tous deux en proportions définies, ou à la garance et à l'alizarine, ou aux produits tinctoriaux courants. La récupération de l'indigo pourrait être assurée par l'emploi d'un brevet Maistre et Campagne; par suite probablement de l'avilissement récent de son prix, cette récupération de l'indigo est très négligée.

Le *déverdissage* est assuré par une légère compression de la laine, et par l'action d'un courant d'air chaud. Le *remontage* est fait dans des chaudières chauffées par la vapeur surchauffée passant dans un double fond.

On procède ensuite aux *lavage* et *séchage*, puis au *battage* et à l'*échardonnage*. Cette dernière opération est effectuée dans la trieuse-échardonneuse (fig. 2), qui comprend une toile sans fin, conduisant automatiquement la laine à deux rouleaux, l'un hérissé de pointes, l'autre armé de peignes qui sont détergés par un troisième rouleau

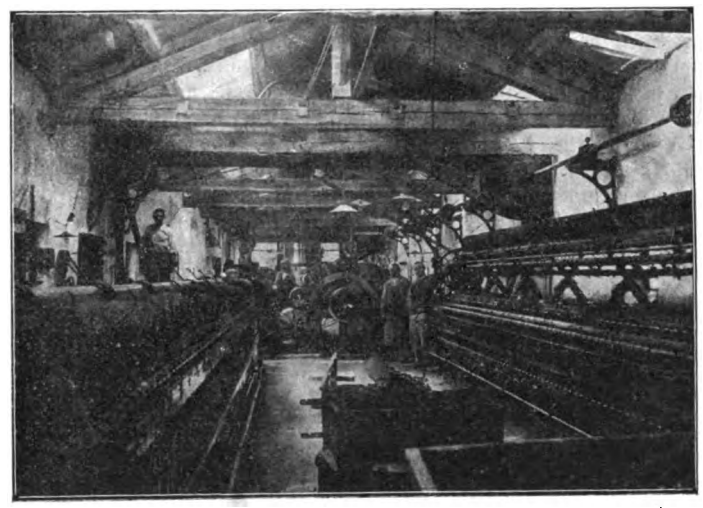


Fig. 4. — Métiers à broches et cardes.

muni de brosses. Un ventilateur sépare les poussières et les crasses.

Dans l'*ensimage*, la laine, étendue en couche de 5 à 6 centimètres d'épaisseur sur un sol cimenté, est arrosée avec une émulsion à 50 % d'oléine dans l'eau, additionnée de 1 1/2 à 2 % d'ammoniaque. A Villeneuvette, on est revenu à l'emploi de l'oléine pour l'ensimage, après avoir pendant quelque temps adopté l'eau savonneuse, évidemment plus économique, mais qui avait le grave inconvénient de ne pas donner à la fibre toute la souplesse désirable, ce qui amenait quelques difficultés à la filature. La balance de l'augmentation de prix et de la plus grande facilité de mise en œuvre ultérieure ayant été faite, la préférence est résolument donnée à l'oléine.

Le *louvetage* se fait au loup, tambour tournant à 850 ou 900 tours par minute, dans une enveloppe en bois, et qui, tout en assouplissant la fibre, fait plus intimement pénétrer en elle l'huile d'ensimage.

Le *cardage* est opéré par deux jeux de trois cardes (fig. 4), briseuse, repasseuse et fileuse, la dernière munie d'un diviseur continu à

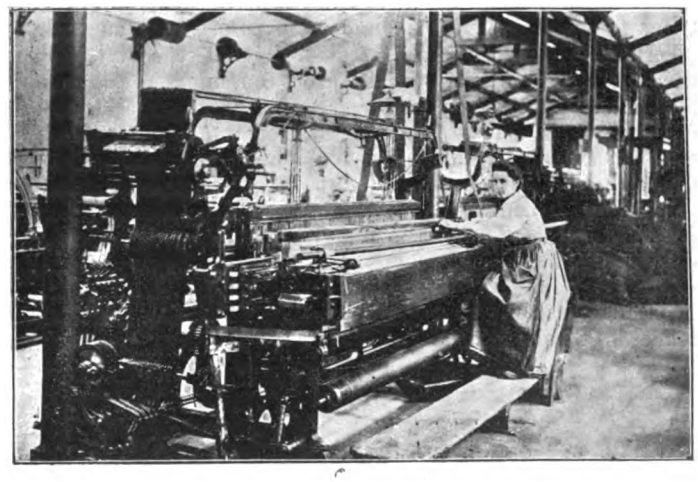


Fig. 5. — Métier à tisser.

lanières et d'un rotafrotteur, composé de deux manchons en cuir, auxquels un excentrique imprime un double mouvement latéral (friction) et rotatif, qui assure le *boudinage*.

Le fil est fabriqué à l'usine dans des métiers à filer spéciaux (fig. 3).

L'*ourdissage* et l'*encollage* mécanique, l'*exprimage* et le *séchage* mettent la chaîne en état d'arriver au *tissage*, qui s'opère à l'aide des métiers ordinaires (fig. 4 et 5).

Ces métiers sont installés au rez-de-chaussée dans un vaste atelier au sol cimenté, pour épargner aux ouvrières les trépidations inévitables dans les ateliers situés aux étages; les métiers à tisser sont munis de pare-navettes constitués par un écran en treillis métallique fixé au bâti du métier. Depuis vingt ans, les tisseuses de Villeneuvette ont

Digitized by Google

à leur disposition des sièges leur permettant de rester assises pour surveiller la marche de la navette et le battage de la duite.

Le *foulage* ou *foulonnage* est opéré, non à la manufacture même, mais dans une usine annexe située à 4 kilom., à Garrigues. Cette annexe, établie sur les bords de l'Hérault, reçoit la force motrice qui lui est nécessaire, au moyen d'un câble de 60 mètres de longueur, d'une turbine de 60 chevaux installée sur une dérivation de l'Hérault. Le travail des forces passives de cette transmission est insignifiant : de l'usine à foulons, on entraîne facilement à la main le câble et la turbine qui le conduit.

Les foulons de Garrigues, de modèle récent, sont à action continue. L'étoffe tissée voit sa chaîne et sa trame se confondre en une masse uniforme : elle se feutre et se transforme en drap. Les pressions en tous sens qu'opère le foulage font subir à l'étoffe une contraction considérable : les pièces ont, à l'entrée, 66 mètres de longueur et 2^m 25 de largeur ; elle n'ont plus, à la sortie, qu'une longueur de 45 à 50 mètres et une largeur de 1^m 20.

Pour aider à l'action des foulons, l'étoffe est imbibée au préalable d'une solution savonneuse. On l'imprègne d'abord d'oléine (elle peut en absorber jusqu'à 14 %) ; on ajoute alors la lessive alcaline, et la saponification de l'oléine se fait dans l'intérieur même de la fibre. Les matières grasses sont éliminées ensuite par le *dégraissage* au moyen de lessivages avec des alcalins, puis sous courant d'eau. Les eaux de dégraissage sont perdues et l'oléine saponifiée n'est pas récupérée.

L'*épaillage* ou *époutillage*, qui enlève du drap les impuretés et les brindilles végétales que la laine contenait et que l'échardonnage n'a pas éliminées, se fait par l'action d'un bain d'acide sulfurique à 4° ou 5° Baumé. Le drap est porté de là à l'*essorage* sans lavage préalable, de sorte que l'acide demeure à l'intérieur du tissu et détruit les pailles par corrosion. L'épaillage à l'acide n'est utilisable que pour les draps teints à l'indigo et aux couleurs solides ; pour ceux qui sont teints à la garance et aux couleurs végétales moins stables et qu'attaquerait un acide dilué, l'opération est faite par immersion dans un bain de chlorure de magnésium à 16° Baumé, suivie d'essorage.

L'épaillage est parfait après le passage lent et prolongé du drap dans la rameuse-carboniseuse, construite par la maison Mathieu, Péronne et Humbert, de Reims, constituée essentiellement par des étuves chauffées à la vapeur, l'une à 100° (séchage), puis d'autres à 110° ou 120° pour les draps à l'indigo, à 150° ou 160° pour les draps à la garance (épaillage-carbonisage).

Après un nouveau *lavage*, le drap est porté aux *apprêts*. Les chardons et les tondeuses le parent et lui donnent son lustre ; après de nombreux voyages de l'une à l'autre des machines apprêteuses, il est en état de subir le *décatissage*, le *stricage*, puis la *vérification* et, au besoin, le *rentrayage* ; enfin le *calendrage*, le *pliage* et l'*emballage*.

Les chardons employés pour le garnissage des cylindres à apprêts sont fournis par la cardère, qui est exclusivement cultivée dans le midi de la France, et n'est utilisée que dans les manufactures de draps pour donner aux étoffes une de leurs dernières préparations. Ses dents crochues et résistantes couchent dans le même sens, régulièrement et uniformément, les parties des brins de laine qui dépassent et sont dirigées en tous sens d'une façon désordonnée au sortir des foulons. Les débouchés ouverts ainsi à la cardère sont très appréciables. Chaque tambour muni de cardes consomme, à Villeneuvette, 750 à 800 kilogr. de chardons par an : à 2 francs le kilogr., c'est une dépense de 1 500 à 1 600 francs. Il faut remarquer que la culture du chardon à foulons est éminemment rémunératrice ; elle se fait dans des terres arides qui ne pourraient pas être autrement utilisées.

C'est généralement au cours des apprêts que le drap est soumis à l'*imperméabilisation*, mais l'opération peut être faite aussi sur la laine après lavage, avant ou après la teinture. Le procédé employé est celui qu'a fait breveter M. Chevalot en 1891 et en 1892. Il consiste à plonger le drap brut (c'est-à-dire après l'épaillage), d'abord dans un premier bain comprenant :

Stéarine	kilogr.	1
Carbonate de potasse	grammes.	400
Eau	litres.	100

où il reste une demi-heure environ ; après essorage, il est plongé dans un second bain composé de :

Alun de chrome	grammes.	282
Eau	litres.	100

où il reste encore une demi-heure heure environ. Il est alors lavé à grande eau et envoyé aux apprêts.

Les expériences faites sur le drap imperméabilisé par le procédé Chevalot sont concluantes : nous avons eu personnellement l'occasion de le soumettre aux diverses épreuves classiques, et nous avons pu constater qu'il est parfaitement perméable à l'air et imperméable à l'eau. L'imperméabilité résiste à des lavages prolongés, même à l'eau savonneuse, et à des brossages longs et énergiques.

Force motrice. — La force motrice nécessaire à l'usine lui est fournie par deux machines Farcot à condensation par surface, l'une de 50, l'autre de 60 chevaux. La vapeur est produite par une chaudière Belleville pouvant donner 2 000 kilogr. à l'heure, et munie d'un surchauffeur. Les foyers sont disposés de façon à pouvoir brûler concurremment ou alternativement des houilles maigres de l'Aveyron et du Gard et des fagots de broussailles provenant des bois qui entourent l'usine. Un moteur hydraulique à turbine verticale, utilisant la force d'une chute de la Dourbie, apporte 25 chevaux environ : des travaux en cours vont porter sa puissance à 40 chevaux. Si l'on ajoute les 60 chevaux de l'usine annexe de Garrigues, on voit que la manufacture dispose de 200 chevaux environ.

Chacun des ateliers est pourvu d'un débrayage général, et chaque machine d'un débrayage rapide particulier. Tous les engrenages et tous les volants situés à portée de la main sont protégés par des grilles de façon à réduire au minimum les accidents. Les transmissions par courroies sont, ou bien établies hors de portée, ou bien protégées par des barrières.

Services annexes. — L'éclairage électrique, fourni par une dynamo qu'actionne le moteur général, est installé dans tous les bâtiments affectés à la fabrication. Pendant le jour, les ateliers sont largement éclairés par des baies latérales donnant sur la campagne ou sur des cours spacieuses.

L'eau, puisée par des pompes dans le lit de la Dourbie, est élevée jusqu'à un grand bassin de 600 mètres cubes, situé sur le haut d'une des collines qui dominent l'usine, et arrive ainsi aux conduites de distribution sous pression de 18 mètres environ. Elle est abondamment répartie, non seulement pour les besoins de la fabrication, mais pour assurer le service d'incendie et les nettoyages fréquents et complets des ateliers.

Pour éviter de salir le sol, les machines sont isolées par des plaques de zinc à bords relevés, formant cuvettes, dans lesquelles se rassemblent les huiles de graissage.

Le service d'incendie comporte de nombreuses prises d'eau à grande section, et des extincteurs placés dans tous les locaux. La ventilation des ateliers est assurée d'une façon permanente, et les balayages à sec sont remplacés, selon les prescriptions de l'hygiène moderne, par des essuyages pratiqués avec des linges humides.

EXPLOITATION AGRICOLE. — Le domaine agricole ne présente pas un moindre intérêt que l'usine elle-même. Il se compose :

1° Des domaines compris dans les tènements de Villeneuvette d'un seul tenant, constituant le territoire de la commune ;

2° De bois et terres vagues sur le territoire de communes voisines ;

3° Du domaine de Garrigues-sur-l'Hérault, sur le territoire de la commune d'Aspiran.

Terrains. — Il y a en tout 600 hectares : 500 en bois, terres vagues et garrigues, 60 en vignes, 40 en champs cultivés. La manufacture avec ses jardins en occupe une dizaine environ.

Villeneuvette est construite au pied d'une masse de grès, en contact avec les formations dolomitiques, qui constituent la roche dominante de la région. C'est de ces formations dolomitiques, absolument arides, que proviennent en partie les eaux de la Dourbie, qui sont utilisées à la fois par l'usine et par les champs de Villeneuvette.

Le territoire dolomitique ayant une surface de 1 400 à 1 500 hectares, et la hauteur annuelle des pluies étant de 0^m 70 environ, on voit que le terrain reçoit 10 millions de mètres cubes d'eau, quantité qui doit être au moins doublée, si l'on tient compte des eaux versées par les montagnes et les pentes voisines. En admettant une perte par évaporation de 50 %, le débit de la Dourbie devrait être de 300 litres à la seconde. Mais ce débit est extrêmement variable, comme celui de tous les cours d'eau de la région. L'unique remède à cet état de choses est dans le reboisement des pentes, qui a d'ailleurs été entrepris systématiquement depuis de longues années à Villeneuvette. Les résultats sont déjà très satisfaisants.

Bois. — Les trois essences principales dont se composent les bois sont le chêne blanc (rouvre), le chêne vert et le pin-pignon. La coupe des bois a lieu tous les dix-huit ou vingt ans. L'écorce de chêne vert a presque autant de valeur que le bois : elle est vendue sur place de 16 à 18 francs les 100 kilogr. La valeur vénale du terrain représente à peu près un tiers du prix total au moment de l'abatage.

Le revenu annuel des bois est faible : une somme placée à 5 % et à intérêts composés, double en quatorze ans ; placée dans une entreprise de reboisement, elle ne double qu'en vingt ans : le revenu annuel n'est que 3,5 %.

Élevage. — Ce revenu pourrait être sensiblement accru, en permettant aux troupeaux l'accès des plantations lorsque les arbres ont de quatorze à quinze ans, et que, par conséquent, leur feuillage est hors de la portée des moutons. Le pâturage rapporterait de 3 à 4 fr. 50 par an et par hectare pendant cinq ou six ans environ, à chaque période de vingt ans. Il y aurait même lieu d'envisager peut-être l'hypothèse de conserver la forêt sans y pratiquer de coupes, uniquement en vue de constituer sous son couvert des pâturages pour les bêtes à laine. Il ne faudrait pas dans ce cas, sous peine de compromettre la végéta-

Digitized by Google

tion, y admettre plus d'un mouton par hectare. Les heureux effets du reboisement sur les eaux pluviales seraient conservés, et le revenu s'élèverait.

Les produits principaux d'un troupeau sont, par ordre d'importance décroissante, les agneaux, le lait et enfin la laine. Les agneaux représentent un revenu de 8 à 10 francs par hectare et par an. Le lait sert surtout à faire les fromages genre Roquefort; il représente un revenu de 7 à 8 francs par hectare et par an. Le poids des toisons, variable avec les races, peut être évalué à 2kg 500 par tête, soit, à raison de 1 fr. 50 le kilogr., 3 fr. 75 par tête.

Le produit total par hectare de l'élevage des moutons, en admettant des chiffres très bas, serait donc 19 fr. 75. Ce revenu doit être un peu diminué en raison des frais accessoires et du casuel ; il n'en reste pas moins un revenu moyen de 17 fr. 50 à 18 francs par hectare et par an, revenu satisfaisant si l'on considère qu'il est obtenu en respectant les bois, et que la laine trouve à l'usine son débouché immédiat et assuré.

Vignes. — Les vignes occupent 60 hectares. Le rendement moyen est de 70 hectolitres de vin à l'hectare, ce qui constitue un revenu d'environ 1 000 francs par hectare.

Autres cultures. — Le désir de ne pas consacrer toutes les terres arables à la seule culture de la vigne, a conduit à faire produire du blé sur 20 hectares, des luzernes, des foins et des avoines sur 20 autres. Abondamment fumées, grâce aux engrais fournis par l'usine, les terres à blé font, en moyenne, 20 hectolitres à l'hectare ; la luzerne et les prairies naturelles, très fumées et bien irriguées, fournissent respectivement quatre et trois coupes par an.

Engrais. — La question des fumures, tant pour la vigne que pour les céréales et les cultures fourragères, est résolue en grande partie par l'emploi des déchets de fabrication de l'usine. Ces déchets ont une grande valeur fertilisante : ils sont, en effet, en majeure partie, constitués par de la laine, dont la composition, analogue à celle des tissus épidermiques, est la suivante :

C	49,05
H	6,02
Az	17,11
O et S	24,59
Cendres	3,23

L'usine traitant, en moyenne, 600 kilogr. de laine nettoyée et dégraissée par jour, soit de 200 000 à 220 000 kilogr. par an, il n'est pas exagéré d'admettre que ses déchets représentent, au minimum, de 120 000 à 130 000 kilogr. par an, dont 40 000 kilogr. environ sont de la laine à peu près pure. Ce chiffre, 130 000 kilogr., est certainement au-dessous de la réalité, si l'on tient compte de ce que 100 kilogr. de laine brute, souillée, il est vrai, de terre, de pailles et de suint, ne donnent que 32 kilogr. de laine ouvrable.

Ces 40 000 kilogr. de laine inutilisable et jetés aux déchets, donnent, pour la fumure apportée au domaine, d'après les teneurs en C, H, Az, O et S, indiquées ci-dessus, les quantités suivantes des divers éléments :

C	kilogr.	19 620
H	—	2 408
Az	—	6 844
O et S	—	9 832
Cendres	—	692

Pour ne s'arrêter qu'à Az, c'est donc 6 844 kilogr. d'azote qui sont mis à la disposition des 100 hectares du domaine, ce qui correspond à 68kg 44 par hectare, chiffre tellement considérable qu'il serait exagéré de fumer avec cette intensité, et que l'usine doit avoir des quantités relativement importantes de déchets de laine à vendre, déchets que l'exploitation agricole ne pourrait pas utiliser en entier. Un calcul analogue pourrait être fait très aisément sur les éléments constitutifs du suint, et montrerait l'avantage qu'il y aurait à ne plus perdre, à ne plus même utiliser comme engrais potassique pour l'irrigation, les eaux précieuses provenant du dessuintage, mais à les recueillir, à les épurer, et à isoler le suintate sec qui a une valeur importante.

Il n'est pas besoin d'insister davantage pour montrer les mutuels services que se rendent, à Villeneuvette, l'agriculture et l'industrie.

Historique. — Quelques mots sur l'historique de la manufacture montreront comment, depuis plus de deux siècles, s'est produit le développement régulier de l'usine.

En 1663, il existait à l'emplacement actuel de Villeneuvette un vieux moulin et une installation rudimentaire de foulons à maillets : celle-ci fut acquise par un groupe de capitalistes languedociens et transformée en une manufacture de draps qui reçut de Colbert, en 1666, ses lettres patentes de création. Elle devait mettre en œuvre les laines du Larzac et se proposait de se consacrer surtout à l'industrie et au commerce des draps pour le Levant. Les terres incultes environnantes furent acquises, jointes au territoire industriel, et partiellement cultivées. Les logements des ouvriers et l'usine elle-même, réunis à l'intérieur d'un mur d'enceinte continu, constituaient une petite bourgade qui fut bientôt érigée en communauté sous le nom de Villeneuve-lez-Clermont (20 juillet 1677).

A plusieurs reprises, la Compagnie reçut des subsides des États du Languedoc et du roi afin « de marquer le désir de favoriser une entreprise aussi utile pour le pays ». Malgré ces encouragements, la Compagnie ne put réussir à couvrir les premiers frais.

L'affaire fut reprise en 1720 par Castagnié d'Auriac, puis par Denis Gayraud, en 1793. Elle était alors dans un état très précaire. Son nouveau propriétaire releva son crédit et accrut son territoire, et la vit devenir florissante. Sa nièce, femme de M. Joseph Maistre, en hérita partiellement. M. Maistre racheta la part de ses cohéritiers (1803) et continua l'œuvre de son oncle. Les guerres maritimes avec l'Angleterre avaient alors anéanti notre commerce avec le Levant; M. Maistre chercha un débouché dans la fourniture des troupes, et il obtint du gouvernement impérial d'être admis au nombre des fournisseurs de l'armée. En même temps, Villeneuve-lez-Clermont changea son nom pour celui de Villeneuvette.

En 1810, l'usine était en pleine prospérité, des métiers mécaniques avaient remplacé les anciens métiers à main, et le nombre des ouvriers était de 360.

Aujourd'hui la direction en appartient à M. Jules Maistre, petit-fils du précédent. Par ses soins, le matériel a été successivement transformé pour suivre les progrès de la mécanique moderne; la plupart des habitations ouvrières ont été reconstruites ou restaurées.

Cette situation exceptionnelle d'une commune tout entière transformée en usine, entourée d'un mur, dont les portes sont fermées la nuit, où l'on bat le réveil, où l'on sonne le couvre-feu, n'a pas été sans susciter quelques réflexions : on lui reproche d'être un reste de l'ancienne féodalité; la ville de Clermont-l'Hérault s'annexerait volontiers son territoire. Il y a quelque temps, les attaques se sont précisées, et des démarches pressantes ont été faites auprès des Pouvoirs publics pour retirer à Villeneuvette son autonomie communale et pour la rattacher administrativement à Clermont.

L'enquête n'a pas abouti, parce que, pendant qu'elle avait lieu, on eut le temps de transporter les bâtiments communaux hors des murs, dans une maison rapidement appropriée à ses nouveaux usages. Le fait pour ces locaux de ne pas être accessibles à tout venant à toute heure de la journée semblait, en effet, être une restriction du droit de liberté.

Si Villeneuvette venait à perdre son autonomie, cela ne changerait probablement en rien la prospérité de ses habitants, mais la tradition, l'originalité et le pittoresque y perdraient sûrement.

Francis Marre.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

LES MOTEURS A PÉTROLE A BORD DES VOILIERS DE PÊCHE

Les perfectionnements apportés à la construction des moteurs à pétrole, dans le courant de ces dernières années, leur ont ouvert un champ d'applications de plus en plus étendu. Leur emploi dans la traction sur routes des véhicules automobiles est venu donner à cette industrie un essor extraordinaire, et il semble aujourd'hui que ces moteurs vont trouver un nouveau et très important débouché, dans leur emploi à bord des voiliers de pêche.

De nombreuses applications de ce genre ont été déjà faites à l'étranger. Elles sont assez rares encore chez nous; mais il est permis d'espérer que cette infériorité sera passagère, car c'est en France que vient d'être réalisée l'installation la plus importante, à beaucoup près, celle du harenguier à voile le *Jean*, du port de Boulogne, bateau appartenant à MM. Altazin-Pétyl, armateurs, et dont les machines atteignent une puissance totale de près de 300 chevaux.

Ces moteurs à pétrole ont été construits par la Compagnie Duplex qui a fait l'étude complète de cette belle installation, de manière à créer un type de bateau satisfaisant pleinement aux exigences pratiques de la pêche. Le *Jean* a fait actuellement sa première campagne et avec un succès tel que cet exemple sera sans doute rapidement suivi.

Les bateaux boulonnais sont d'ailleurs munis déjà de petits moteurs auxiliaires à vapeur pour la commande du cabestan servant à la manœuvre des filets. Mais les avantages d'une transformation plus complète, avec des moteurs à pétrole, pour la manœuvre du cabestan, et pour celle d'un propulseur auxiliaire, ressortent avec évidence de l'examen des conditions de marche d'un bateau de pêche.

Nous décrirons donc sommairement les diverses manœuvres du bateau, pour en déduire tout d'abord les qualités particulières que l'on doit exiger des moteurs employés, et les dispositions générales à adopter pour la machinerie.

Puis nous mentionnerons les principales applications existantes, et nous terminerons par quelques indications assez détaillées sur l'installation du bateau le *Jean*.

Digitized by Google

Conditions de marche d'un bateau de pêche. — Les diverses manœuvres sont les suivantes :

1° Voyage du bateau du port d'attache au lieu de pêche, et retour du lieu de pêche au port;
2° Pose et virage des filets;
3° Marche du bateau sur ses filets;
4° Manœuvres du mât, des voiles et des marchandises.

Le voyage du bateau du port d'attache au lieu de pêche, et retour. — Ces voyages se font à la voile, avec les bateaux de pêche ordinaires. Cela ne présente pas de grands inconvénients pour le voyage d'aller, bien qu'il soit toujours préférable de réduire la durée de la traversée, et de ne pas être exposé à demeurer à la merci de vents contraires ou de calmes plats qui retardent l'arrivée sur les lieux de pêche. Mais le voyage de retour doit être effectué le plus rapidement possible, car la qualité et, par suite, le prix de vente du poisson dépendent essentiellement de son état de fraîcheur au moment où il est débarqué au port.

Les bateaux qui vont au loin, comme les Boulonnais qui pêchent le maquereau sur les côtes d'Irlande, peuvent ainsi se trouver dans la nécessité de se faire remorquer pour leur voyage de retour. Quant aux petits bateaux qui font la pêche côtière et s'éloignent peu de leur port d'attache, il suffit d'un calme plat qui les retienne au large quelque temps avec leur cargaison de poisson, pour la déprécier, par suite du peu de moyens de conservation dont ils disposent. C'est donc particulièrement dans le voyage de retour qu'un moteur actionnant un propulseur auxiliaire rendra des services.

Au point de vue de l'aménagement intérieur du bateau, l'avantage du moteur à pétrole sur le moteur à vapeur est évident, du seul fait de la suppression de la chaudière. L'encombrement de la machinerie se trouve alors réduit au minimum, et la place disponible à bord en est augmentée. Enfin, avec un moteur à pétrole qui n'exige pas pour sa mise en marche la mise en pression préalable d'une chaudière, le passage de la marche à la voile à la marche au moteur peut s'effectuer rapidement, et à n'importe quel moment, suivant l'état du vent et de la mer. La conduite de la machine est si facile que le personnel de service peut être réduit à deux hommes, dans une installation de l'importance du *Jean*, et qu'il n'est pas nécessaire d'avoir des mécaniciens et chauffeurs brevetés, comme avec les moteurs à vapeur.

Le pétrole employé est vendu très bon marché aux armateurs, qui le paient aux tarifs d'exportation. Les moteurs actuels ont une marche économique, et ils présentent en outre l'immense avantage de ne consommer du combustible que pendant la durée stricte de leur fonctionnement, ce qui se traduit par une économie importante, pour une marche intermittente prolongée.

Pose et virage des filets. — Cette opération est très longue et très pénible lorsqu'elle est effectuée à bras. Aussi les bateaux boulonnais sont-ils munis de moteurs auxiliaires à vapeur, de 10 à 12 chevaux, qui actionnent un treuil ou un cabestan, suivant les cas. Ils peuvent faire ainsi en vingt minutes une opération qui demandait autrefois une heure et demie à deux heures.

Le moteur permet aussi de relever les filets plus fréquemment, le poisson pris dans les mailles y demeure moins longtemps, et il n'est pas abîmé comme cela peut arriver si la durée du trait ou traînages du filet au fond de la mer est trop prolongée. Les filets s'embarrassent aussi de moins de matières étrangères, algues, galets, coquilles, qui peuvent les détériorer.

Le moteur auxiliaire employé doit être extrêmement souple, il doit pouvoir tourner rapidement quand les filets sont peu chargés de poisson, et très lentement quand il y en a beaucoup. Quelquefois les filets sont embrouillés; il faut alors pouvoir débrayer le cabestan ou arrêter la machine.

La marche de ce moteur est donc essentiellement intermittente. Mais, pendant toute la période de la pêche où le bateau est sur les bancs de poisson, il est utilisé à des intervalles trop rapprochés pour que l'on puisse laisser tomber les feux, si l'on a un moteur à vapeur alimenté par une chaudière. L'avantage du moteur à pétrole est donc tout à fait prépondérant, et cela d'autant plus que, dans la pratique, les irrégularités de régime auxquelles sont soumises les petites chaudières des moteurs à vapeur, les exposent à des détériorations et à une usure rapides, qui peuvent amener des explosions, en cas de négligence dans leur entretien.

Comme les réparations un peu sérieuses ne se font guère qu'au port, et que pendant la pêche on utilise les chaudières coûte que coûte, pour ne pas arrêter la manœuvre des filets, on comprend l'appréhension assez générale des marins qui ne sont jamais certains de pouvoir rentrer au port sans accident, par suite du service très dur qu'ils exigent de leurs générateurs de vapeur.

Marche du bateau sur ses filets. — Lorsque les filets sont posés, le bateau doit tirer sur eux continuellement, de manière à les tendre et à les empêcher de s'embrouiller. Or le vent et les courants peuvent contrarier cette manœuvre et la rendre difficile, par suite du voisinage des autres bateaux. Les poissons se rencontrent en effet par bancs, à certaines places, et quand un bateau fait bonne pêche, tous les autres viennent auprès de lui. Il n'est pas rare de voir vingt à trente bateaux à une quarantaine de mètres de distance les uns des autres. Il faut alors veiller à ce que les coups de vent et de mer ne viennent pas pousser les filets les uns dans les autres, et le bateau doit marcher constamment pour tendre ses filets.

Un moteur actionnant un propulseur auxiliaire rend donc également des services pendant la pêche. Mais la vitesse de marche du bateau est alors très lente, et bien différente de celle que l'on doit réaliser pendant le voyage d'aller, et surtout celui de retour.

Manœuvres du mât, des voiles et des marchandises. — Dans les bateaux de pêche munis d'un moteur auxiliaire pour la manœuvre du cabestan, cette machine est également utilisée pour une foule de travaux : hissage des voiles, embarquement et débarquement des marchandises nécessaires à la pêche, débarquement des caisses de poisson, abaissement du grand mât avant la pose des filets et hissage de celui-ci après la pêche pour lui remettre la voile, vidange de l'eau de cale et nettoyage du pont à l'eau de mer, etc.

Tous ces travaux accessoires rendent encore plus irrégulier le service demandé au moteur actionnant le cabestan.

Dispositions générales de la machinerie. — Les considérations qui précèdent montrent quelles sont les exigences multiples auxquelles doivent satisfaire les moteurs employés à bord des bateaux de pêche, et les avantages que présentent les moteurs à pétrole par rapport aux moteurs à vapeur. On peut maintenant se demander s'il y a intérêt à commander toutes les manœuvres par un seul moteur ou par plusieurs.

Le travail du cabestan ne demandant qu'une force très faible par rapport à celle du propulseur, il ne serait pas rationnel, dans une installation importante, de se servir du moteur de propulsion pour actionner le cabestan, car on n'utiliserait alors qu'une très petite fraction de la puissance du moteur, ce qui correspondrait à un mauvais rendement.

Comme le cabestan fonctionne continuellement pendant la pêche, et ne demeure inutilisé que pendant le voyage d'aller et de retour, la dépense totale de combustible serait ainsi fortement augmentée.

Il est donc préférable d'avoir deux moteurs : un moteur puissant pour la propulsion, un petit moteur pour le cabestan.

Dans les petites installations, les considérations qui précèdent sont moins importantes, car le moteur de propulsion est lui-même de faible puissance. Aussi recherche-t-on de préférence la solution la plus économique comme coût de premier établissement, en effectuant toutes les manœuvres par un seul moteur.

Nous examinerons maintenant quelles sont les conditions particulières que doit remplir le *moteur de propulsion*.

Le moteur à pétrole n'étant pas réversible, il faut combiner l'attaque du propulseur de telle façon que le bateau puisse aller en avant, ralentir, s'arrêter, aller en arrière, le moteur tournant toujours dans le même sens.

Ce problème peut être résolu de deux manières différentes :

1° Un embrayage avec renversement de marche, pour la marche en avant, l'arrêt et la marche en arrière, et une disposition spéciale permettant d'agir sur le régulateur du moteur pour en accélérer ou ralentir la vitesse ;

2° Un embrayage reliant l'arbre de l'hélice avec le moteur, réglant par conséquent l'arrêt ou la propulsion, et l'emploi d'une hélice à ailes réversibles pouvant modérer ou accélérer la vitesse, marcher en avant ou en arrière, suivant l'inclinaison de ses ailes.

Cette dernière disposition est adoptée généralement dans les petites installations; le moteur tourne toujours à la même vitesse et la question du rendement du propulseur n'a pas une grande importance.

Mais les hélices à ailes réversibles n'ont pas été employées jusqu'à présent pour de grandes forces, car les ailes mobiles manquent de solidité, et lorsque l'on veut proportionner leur résistance aux efforts qu'elles ont à subir, on se trouve conduit à augmenter les dimensions du moyeu de l'hélice.

Or, on doit rechercher ici à diminuer tout au contraire le plus possible les dimensions de l'hélice, afin qu'elle ne vienne pas gêner la manœuvre des filets. C'est donc la disposition par embrayage avec renversement de marche et hélices ordinaires qui sera adoptée pour les installations importantes.

Pour que les branches de l'hélice en mouvement ne viennent frapper à aucun moment les filets, pendant la pêche, une disposition très communément employée consiste à disposer deux panneaux verticaux latéraux, de part et d'autre de l'hélice ; ces panneaux sont manœuvrés, depuis le pont, au moment voulu.

Principales applications existantes. — Les premiers moteurs à pétrole installés à bord des voiliers de pêche ont été utilisés tout d'abord pour la commande du cabestan seulement. Telles sont les installations qui ont été faites en France, à bord du dundee de Groix, *Grand'Large*, muni d'un moteur à pétrole de 6,5 chevaux, et du *Saint-Sébastien*, de

Digitized by Google

Port-en-Bessin, muni d'un moteur à pétrole de 8 chevaux, système « Duplex ».

C'est en Danemark que les applications des moteurs à pétrole, pour la commande du cabestan et pour la propulsion, semblent s'être le plus répandues. D'après M. J. Pérard (1), il y a dans ce pays, à l'heure actuelle, plus de cinq cents bateaux, depuis 3 jusqu'à 50 tonneaux, munis de propulseurs auxiliaires.

Le moteur le plus employé est le moteur « Dan », de la maison Jörgensen, de Copenhague : moteur vertical, à quatre temps, au pétrole lampant, actionnant une hélice réversible.

En Allemagne on a construit aussi, récemment, des bateaux munis de propulseurs auxiliaires.

Les États-Unis possèdent une véritable flottille de bateaux de pêche avec moteurs à pétrole pour la propulsion.

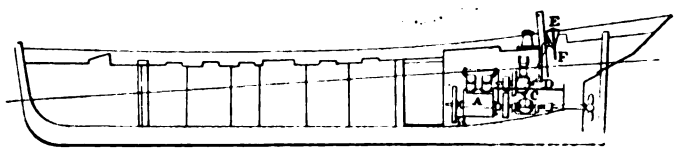


FIG. 1. — Disposition générale de l'installation à bord du *Jean*

Un type courant de doris faisant la pêche côtière est le suivant :

Longueur totale	mètres.	9 »
Longueur de quille		7,20
Largeur		2,30
Creux		0,75
Puissance du moteur	chevaux.	4
Vitesse réalisée	nœuds.	7

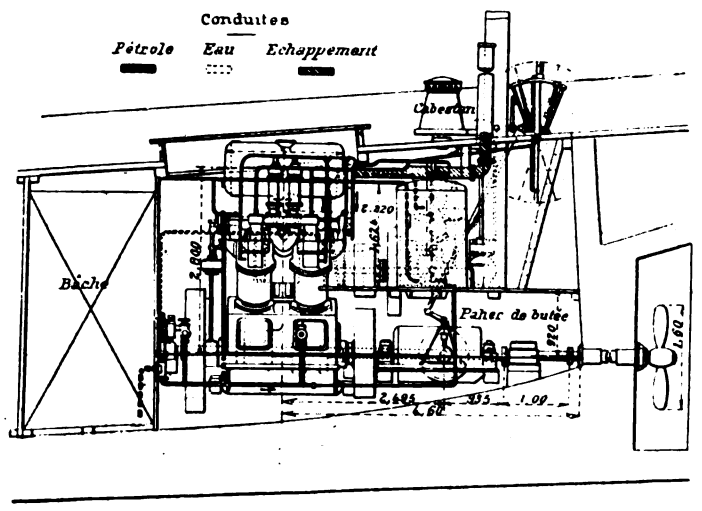


FIG. 2. — Élévation de l'installation à bord du *Jean*.

Des applications plus importantes ont été faites à bord de goélettes faisant la pêche hauturière du maquereau, comme le *Saladin*, dont les caractéristiques sont :

Longueur	mètres.	32,40
Largeur		7,20
Creux		3,30
Jauge brute	tonneaux.	138
Jauge nette		89
Puissance du moteur	chevaux.	25
Vitesse réalisée	nœuds.	7 à 8

En France une application qui a fort bien réussi est celle du *Va de l'avant*, construit l'année dernière, aux Sables-d'Olonne, pour le compte de Mme Lemonnier.

Les dimensions de ce dundee sont les suivantes :

Longueur totale	mètres.	19,60
Largeur		6,13
Tirant d'eau		3,10

Le moteur, du système « Dan » à deux cylindres, développe 22 chevaux. Il sert à la fois à la commande du cabestan et à la commande de l'hélice. Cette dernière est réversible.

Nous signalerons également, d'après les renseignements fournis par M. A. Bochet (2), l'installation du cotre franc *Olga*, qui a été mis en service en 1899.

La jauge brute de ce bateau est de 53 tonneaux, et ses dimensions principales sont :

Longueur	mètres.	18,50
Longueur de quille		14,75
Largeur au maître-bau		5,50
Tirant d'eau		2,30

(1) *Société des Ingénieurs civils*, Bulletin de mars 1903.
(2) *Société des Ingénieurs civils*, Bulletin de juin 1903.

Le moteur, d'une puissance de 20 chevaux, est du type de la maison Sautter, Harlé et Cie : moteur équilibré à cylindres horizontaux opposés, disposés de part et d'autre de l'arbre, qui est commandé par bielles en retour; mise en marche à l'air comprimé. Le propulseur est une hélice à ailes réversibles.

Une autre application du même type de moteur est celle du bateau *Petit-Pierre*, de 38m 50 de longueur, 5 mètres de largeur, 1m 80 de tirant d'eau et de 270 tonneaux de jauge nette. La puissance du moteur est de 25 chevaux. Il y a lieu de mentionner que l'on a adopté dans cette machine le cycle Diesel. L'hélice est à ailes réversibles.

Toutes ces installations sont bien distancées, comme importance, par celle du *Jean* que nous allons étudier plus spécialement.

INSTALLATIONS DU BATEAU LE « JEAN » DU PORT DE BOULOGNE. — Le *Jean* (fig. 6) est un voilier de 209 tonneaux de jauge brute, la jauge nette étant de 136 tonneaux. Il a été construit l'année dernière.

Son aspect général est celui des harenguiers à voile, avec le gréement de dundee des bateaux boulonnais, comprenant deux mâts très éloignés l'un de l'autre et à peu près d'égale hauteur.

Ses dimensions principales sont les suivantes :

Longueur totale	mètres.	36 »
Longueur à la flottaison		32,40
Largeur hors bordé		8,16
Tirant d'eau arrière		4,35

Il est muni de deux moteurs à pétrole système « Duplex », l'un pour la propulsion, d'une puissance de 240 chevaux, l'autre pour la manœuvre du cabestan, d'une force de 40 chevaux.

La vitesse de marche peut atteindre 8 nœuds et demi.

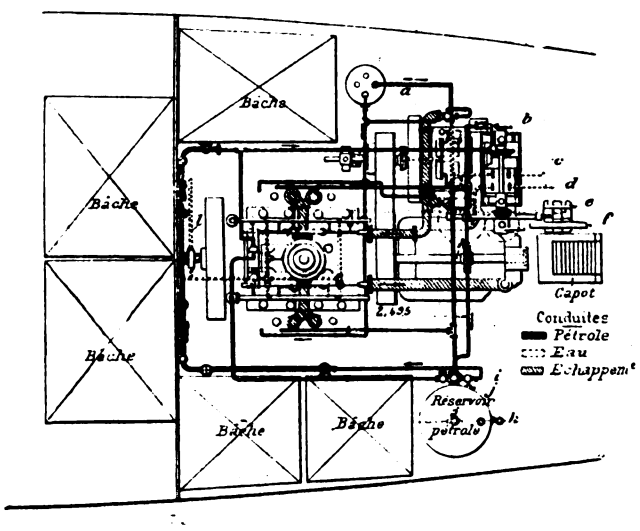


FIG. 3. — Plan de l'installation à bord du *Jean*.

a, niveau à pétrole; — *b*, pompe à pétrole; — *c*, pompe de refroidissement; — *d*, pompe de cale; — *e*, changement de vitesse du gros moteur; — *f*, changement de marche; — *g*, cabestan; — *h*, appareil de changement de marche; — *i*, soupape de sûreté; — *j*, niveau à pétrole; — *k*, entonnoir; — *l*, pompe à eau.

Ce bateau peut ainsi faire la pêche hauturière dans les meilleures conditions, et il se prête aussi très bien à un service dit « de chasseur », c'est-à-dire qu'il peut être utilisé pour recueillir la pêche des autres bateaux et la transporter rapidement au port.

Le pétrole employé est du pétrole lourd, de 800 à 825 grammes au litre, qui ne revient aux armateurs que de 11 à 13 centimes le litre, car il est exempt de droits.

La consommation des moteurs, par cheval-heure, ne dépasse pas 350 grammes.

Le moteur de propulsion (fig. 4) est à quatre cylindres qui sont disposés transversalement par paires, au-dessus de l'arbre de couche, et à 45 degrés l'un de l'autre, chaque paire de cylindres commandant le même coude de l'arbre.

L'alésage est de 360 millimètres, la course des pistons de 440 millimètres; le moteur développe une puissance de 240 chevaux à 300 tours.

Chaque cylindre est à simple effet et à quatre temps, et les phases sont combinées pour donner sur l'arbre une impulsion motrice pour un demi-tour de manivelle.

Les masses en mouvement sont équilibrées et le mouvement de rotation est régularisé par des volants.

Nous indiquerons sommairement les particularités les plus intéressantes de ce moteur.

La distribution est faite, pour chaque cylindre, par trois soupapes ; soupape d'admission de pétrole, soupape d'admission d'air carburé, soupape d'échappement. Le pétrole, dont le débit d'admission est réglé par l'ouverture plus ou moins grande d'un pointeau, est admis pulvérisé avec l'air, à l'intérieur du vaporiseur, sous l'action de l'aspiration du cylindre.

Digitized by Google

Le vaporiseur, qui est l'organe principal de la machine, est une chambre verticale cylindrique à double paroi, disposée à la partie supérieure des cylindres.

La chambre intérieure est reliée, à sa partie inférieure, avec le canal d'admission ; elle est fermée à sa partie supérieure par la pièce qui porte la soupape à pétrole. Des canaux latéraux permettent à l'air extérieur de passer en tout ou en partie à l'intérieur du vaporiseur.

L'espace annulaire extérieur est relié au canal d'échappement.

Les gaz brûlés réchauffent ainsi continuellement les parois du vaporiseur.

L'allumage du mélange gazeux se fait par un tube en nickel maintenu incandescent par une lampe qui chauffe en même temps le fond du vaporiseur.

Grâce à ces dispositions, la vaporisation du pétrole lourd s'effectue bien, et l'allumage du mélange se fait toujours dans de bonnes conditions. Aussi la mise en marche du moteur est-elle très rapide.

Aussitôt que l'un des cylindres fonctionne normalement, les gaz brûlés vont en effet réchauffer l'air carburé des vaporiseurs des cylindres suivants, ce qui facilite beaucoup le réglage des lampes, car l'allumage se fait ensuite sans difficulté. Aussi le moteur peut-il développer toute sa puissance presque dès sa mise en route.

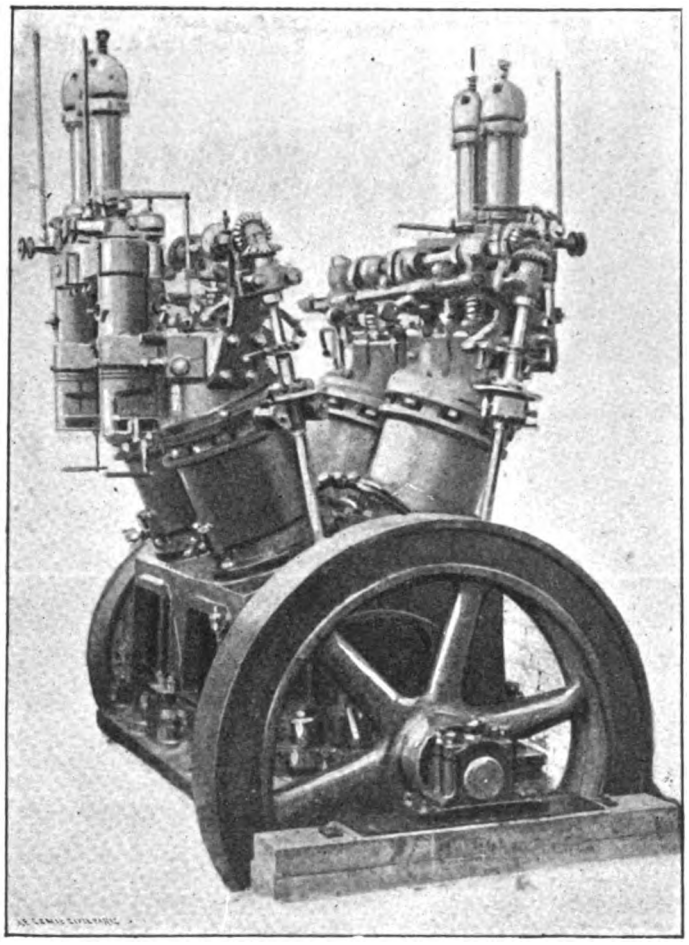


FIG. 4. — Moteur de 240 chevaux, du *Jean*.

La constance de la vitesse pendant la marche est obtenue par un régulateur puissant. Lorsque la vitesse tend à s'accélérer, le régulateur maintient ouverte la soupape d'échappement et déclenche le levier d'admission, ce qui supprime toute admission de mélange gazeux et toute explosion motrice pendant deux doubles courses du piston, et ralentit par suite la vitesse du moteur.

Pendant ce réglage, les gaz brûlés aspirés et refoulés du cylindre sont à une température suffisamment élevée pour ne pas trop refroidir les vaporiseurs, car ils sont projetés, au sortir du vaporiseur, sur un récupérateur, paroi munie d'ailettes qui récupère à ce moment les chaleurs perdues en marche normale par le gaz d'échappement.

La vitesse de marche peut varier de 100 à 350 tours. Ces variations s'obtiennent en agissant à la main sur un accélérateur de vitesse actionnant le régulateur.

Après avoir passé par l'enveloppe du vaporiseur, les gaz brûlés se rassemblent dans un premier pot d'échappement, à l'intérieur duquel est le récupérateur de chaleur, puis ils se détendent dans un deuxième pot de grandes dimensions, pour sortir sans pression ni bruit par la cheminée formant tuyau d'échappement.

La fumée que l'on aperçoit sur la vue du bateau sortant du port (fig. 6) n'existe pas en marche normale, la carburation des gaz s'effectuant de manière à ne donner aucun résidu solide après combustion. Elle n'est due qu'à un excès de graissage dans les cylindres au départ, et elle disparaît rapidement.

Des pompes centrifuges (fig. 2 et 3) mues par le moteur assurent le refroidissement des parois des cylindres. Le graissage des cylindres et des parties de l'arbre de couche est assuré par une pompe à huile.

Les réservoirs à pétrole (fig. 3), en tôle de 4 millimètres d'épaisseur, ont une capacité totale de 20 mètres cubes. Le pétrole est refoulé de là par une petite pompe au réservoir d'alimentation du moteur, de 1^{m3} 500, où il est maintenu sous une pression de 0^{kg} 500. De là il se rend également et sous la même pression dans un autre réservoir plus petit, de 500 litres environ; c'est le réservoir d'alimentation des lampes. La pression de l'air au-dessus du pétrole, dans les réservoirs, est réglée par une pompe à main.

La mise en marche des moteurs peut se faire directement par injection d'air comprimé dans l'un ou l'autre des cylindres.

Elle se fait aussi, au besoin, par le moteur du cabestan, qui peut actionner l'arbre d'hélice au moyen d'une commande par poulies-volants et courroies.

L'appareil de changement de marche (fig. 5) se compose de quatre roues d'engrenage en acier coulé, montées à angle droit.

Pendant la marche avant, les roues d'engrenages n'ont à transmettre aucun effort.

La roue de commande est clavetée sur l'arbre de couche et son moyeu sert de palier à l'extrémité avant de l'arbre d'hélice. Sur cet

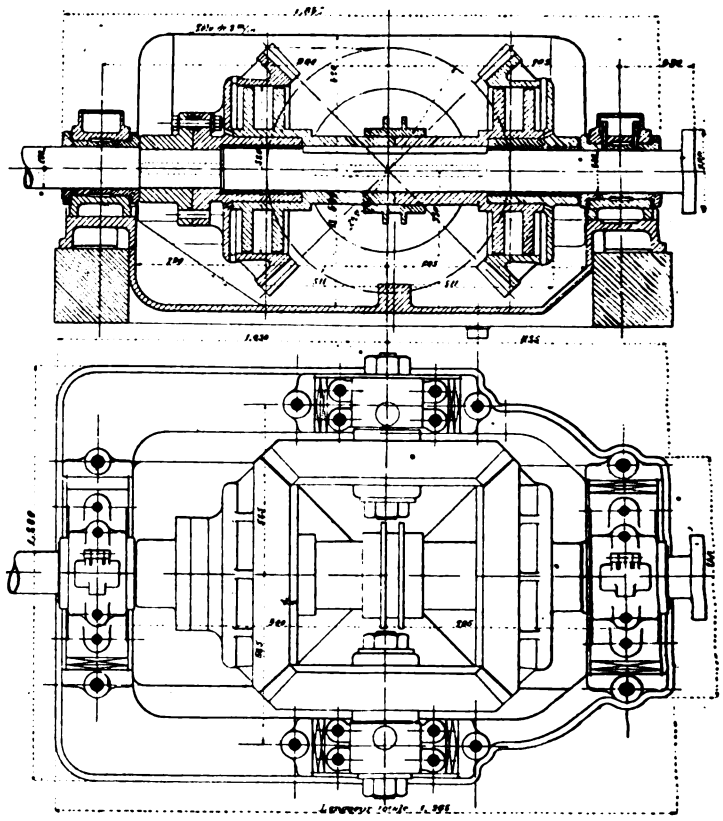


FIG. 5. — Appareil de changement de marche du moteur.

arbre est claveté un manchon qui l'entraîne dans un sens ou dans l'autre suivant que l'on embraie la roue d'avant ou la roue d'arrière.

Les roues latérales ne servent qu'à renverser le mouvement de la roue arrière. Elles sont doubles, afin d'éviter les efforts latéraux et de réduire de moitié les forces agissant sur les dents pendant la marche arrière.

Les embrayages sont du système Villars et Bonnaffous, à ruban d'acier doublé d'une garniture en cuivre. Avec de petites dimensions ils donnent une adhérence très forte, sans aucune pression latérale sur les paliers.

L'hélice (fig. 1 et 2), en acier coulé forgeable, est à deux branches pour se loger plus aisément entre les pannaux latéraux que l'on abaisse depuis le pont, pendant la pêche. Elle se trouve ainsi complètement enfermée, par suite de la présence à l'arrière d'un deuxième étambot, sur lequel est monté le gouvernail.

Le moteur de manœuvre du cabestan est à deux cylindres de 240 millimètres d'alésage et 300 millimètres de course, disposés au-dessus de l'arbre de couche, comme dans le gros moteur.

Sa puissance est de 40 chevaux ; la manœuvre du cabestan n'en exige guère plus de 20, mais le moteur a été calculé très

Digitized by Google

largement, de manière à pouvoir au besoin entraîner et mettre en marche le gros moteur.

Il actionne la pompe à air destinée à produire l'air comprimé nécessaire pour la mise en train. Cet air est refoulé dans un réservoir spécial, où il est emmagasiné à une pression de 12 kilogrammes.

L'extrémité arrière de l'arbre du moteur attaque à angle droit, par engrenages, un arbre de transmission dont l'extrémité, munie d'un pignon à chevrons, commande l'arbre vertical du cabestan par l'intermédiaire d'un embrayage conique à friction.

Le petit moteur étant en marche, on peut ainsi actionner ou arrêter à volonté le cabestan depuis le pont.

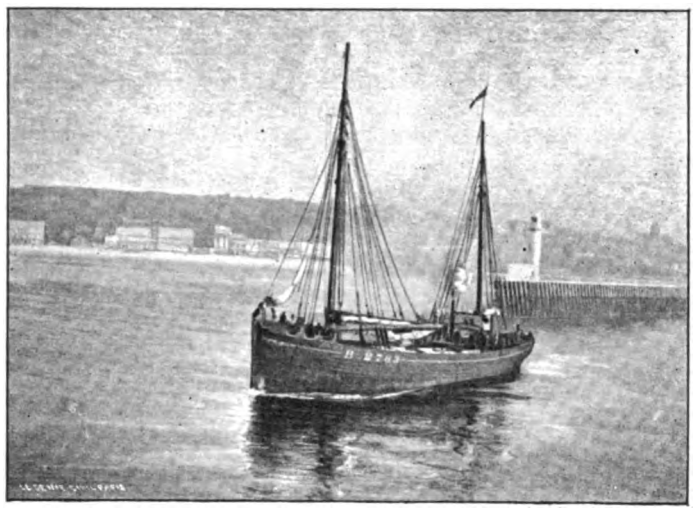


FIG. 6. — Le *Jean*, sortant du port de Boulogne.

Le démarrage du moteur peut se faire, soit en tournant au volant, soit par injection d'air comprimé.

Une pompe spéciale, actionnée par l'arbre intermédiaire de transmission, sert à vider la cale ou à nettoyer le pont.

Tous les mouvements peuvent être commandés soit du pont, soit de la chambre des machines.

Un appareil télégraphique, comme on les emploie dans la marine, met en relation directe le patron du bateau avec le mécanicien, de telle sorte qu'il ne puisse y avoir aucune confusion dans les commandements, pendant les manœuvres.

C. BIRAULT,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

JURISPRUDENCE

LES FAITS DE PRESSION PATRONALE DANS LES ÉLECTIONS

Les actes de pression électorale, qui sont relevés à la charge des patrons envers leurs ouvriers et employés, peuvent avoir à la fois pour conséquence d'exposer aux peines de la loi le patron qui les a commis et d'entacher de nullité l'élection à l'occasion de laquelle ces actes se sont produits.

En ce qui concerne les peines prévues par la loi, le texte applicable au délit consommé est l'article 39 du décret organique du 2 février 1852, qui est ainsi conçu :

> Ceux qui, soit par voies de fait, violences ou menaces contre un électeur, soit *en lui faisant craindre de perdre son emploi* ou d'exposer à un dommage sa personne, sa famille ou sa fortune, l'auront déterminé à s'abstenir de voter, ou auront influencé son vote, seront punis d'un emprisonnement d'un mois à un an et d'une amende de cent francs à mille francs.

En conséquence, il a été jugé que le fait, par un patron, de réunir ses ouvriers par groupes et de leur recommander de voter pour un candidat sous peine d'être congédiés, en ajoutant qu'il a pris des mesures pour reconnaître le vote de chacun d'eux, constitue, lorsque le patron a ainsi déterminé un ouvrier à voter contrairement à sa volonté, le délit puni par ce texte (C. cass. 7 décembre 1878, *Sirey*, 1879-1-234).

La simple tentative de ce même délit, c'est-à-dire l'intimidation exercée par violence ou menace sur des électeurs, et restée sans effet, en ce sens que l'abstention ou le vote désirés n'ont pas été obtenus, a été déclarée punissable par les lois du 2 août 1875 (art. 19), 30 novembre 1875 (art. 3), 5 avril 1884 (art. 14) et 9 décembre 1884 (art. 8). Il résulte de ces textes que toute tentative de contrainte, par voies de fait ou menaces, pour influencer le vote d'un électeur ou le déterminer à s'abstenir de voter, est punie d'un emprisonnement de trois mois à deux ans et d'une amende de cinquante francs à cinq cents francs ou de l'une de ces deux peines seulement (Tribunal correctionnel de Narbonne, 12 décembre 1902; *Gazette du Palais*, numéro du 2 mars 1903).

Il faut observer qu'en tout cas le délit ou la tentative du délit de pression électorale ne sont constitués que par les violences ou menaces. De simples explications ou conseils, même donnés avec quelque insistance, n'exposeraient pas le patron aux peines de la loi.

Les diverses dispositions ci-dessus sont applicables à toutes les élections politiques, c'est-à-dire aux élections sénatoriales, législatives et à celles des conseillers municipaux, généraux et d'arrondissement (1).

Quant aux conséquences des faits de pression sur les élections qui en sont entachées, elles sont souverainement appréciées par les assemblées ou les juridictions chargées de prononcer la validité de ces élections, à savoir le Sénat, la Chambre des députés, le Conseil de préfecture ou le Conseil d'État, suivant les circonstances.

De la part des patrons, la pression sera le plus souvent établie par ce fait que les ouvriers ont été conduits en masse au scrutin et qu'une surveillance a été exercée sur eux jusqu'au dernier moment (*Conseil d'État*, 2 mars 1895).

Il n'est, d'ailleurs, pas nécessaire, pour que les opérations électorales soient annulées, d'établir que des bulletins ont été remis aux ouvriers; il suffit que ceux-ci soient conduits au scrutin dans des conditions qui font supposer cette remise et ne laissent point de liberté aux ouvriers (*Conseil d'État*, 24 juin 1887).

Quelquefois aussi, on a annulé des opérations électorales, parce que des patrons avaient menacé leurs ouvriers de les renvoyer ou de ne plus leur donner de travail (*Conseil d'État*, 7 janvier 1881; 16 janvier 1885; 16 mars 1889).

Mais il a été jugé que le fait par un patron, qui était candidat, et qui fut élu dans la suite, d'avoir renvoyé de ses ateliers un ouvrier porteur de la profession de foi de son adversaire, ne portait pas atteinte à la liberté des autres ouvriers et ne compromettait pas la sincérité des opérations électorales. C'est qu'en effet un patron est maître d'empêcher qu'on fasse de la propagande chez lui et contre lui (*Conseil d'État*, 10 novembre 1882).

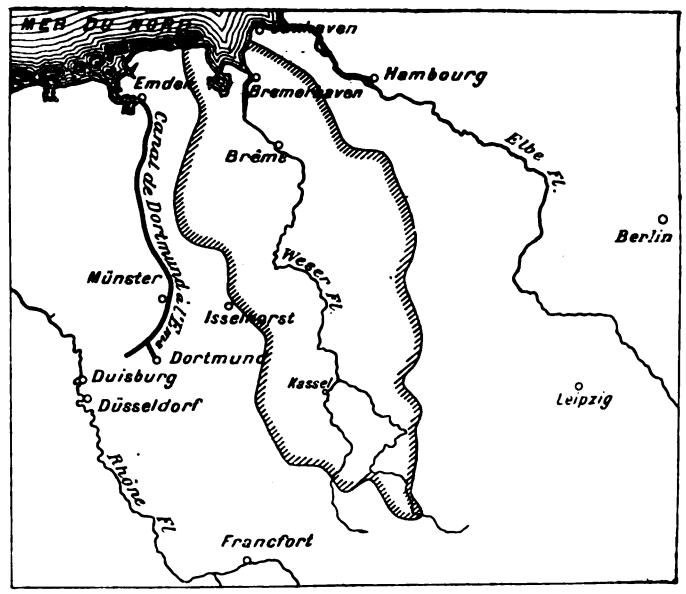
Quoi qu'il en soit, il ne suffit pas, pour faire annuler une élection, que des faits de pression aient été constatés; il faut encore que, par leur importance et leur nombre, ils aient eu pour effet de modifier le résultat du scrutin (*Conseil d'État*, 4 février 1881; 6 août 1881).

LOUIS RACHOU,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

VARIÉTÉS

Trafic commercial du bassin du Weser.

Le bassin commercial d'une grande voie navigable n'est pas strictement défini comme son bassin géographique; ses limites varient beaucoup suivant le point de vue auquel on se place. C'est ce que



Carte du bassin économique et commercial du Weser.

remarque M. Sympher, conseiller privé au Ministère des Travaux publics, à Berlin, dans une étude récente relative au commerce de la région du Weser (2).

(1) Toutefois, à l'heure actuelle, aucun texte législatif ne paraît avoir étendu aux élections pour les conseils généraux et d'arrondissement l'article 19 de la loi du 2 août 1875, qui vise la simple tentative du délit de pression électorale.

(2) *Zentralblatt der Bauverwaltung.*

Digitized by Google

Ce fleuve est intéressant par l'importance des débouchés et des grandes voies navigables qui l'environnent : d'un côté, le Rhin et le canal de Dortmund à l'Ems, de l'autre l'Elbe, avec le port de Hambourg.

On peut admettre, d'une façon approximative, l'égalité des débouchés de ces quatre bassins et de leurs ports : Rotterdam et Hambourg sont, sans doute, plus importants que Brême et Emden, mais les frais de port y sont aussi plus élevés.

Les limites de la zone d'influence commerciale d'un fleuve navigable sont fixées par l'ensemble des points où les frais de transport sont égaux, que les marchandises passent par ce fleuve ou par une autre voie. Ces frais sont à évaluer, suivant les cas, pour chaque tonne kilométrique. M. Sympher établit, en ce qui concerne le bassin du Weser, et dans les conditions moyennes de la navigation (navires de 450 tonneaux, période navigable de 270 jours par an), les formules :

$$p = \frac{135}{n} + 0{,}8 \text{ pfennigs}$$

pour les marchandises à tarif élevé;

$$p_1 = \frac{100}{n} + 0{,}6 \text{ pfennigs}$$

pour les marchandises à tarif inférieur;

$$p_2 = \frac{90}{n} + 0{,}55 \text{ pfennigs}$$

pour les matières brutes.

Le chiffre n représente le nombre de kilomètres parcourus (majoré, s'il y a lieu, pour tenir compte du temps perdu au passage des écluses).

La comparaison avec les péages correspondants, sur les autres bassins, s'établit comme le montre le tableau suivant :

Prix de transport, en pfennigs, de la tonne-kilomètre.

Rhin	$p = \frac{100}{n} + 0{,}5$	$p_1 = \frac{80}{n} + 0{,}37$	$p_2 = \frac{70}{n} + 0{,}35$
Elbe.	$p = \frac{110}{n} + 0{,}6$	$p_1 = \frac{85}{n} + 0{,}48$	$p_2 = \frac{75}{n} + 0{,}4$
Canal de Dortmund à l'Ems . .	$p = \frac{120}{n} + 0{,}45$	$p_1 = \frac{90}{n} + 0{,}3$	$p_2 = \frac{80}{n} + 0{,}25$

Ce tableau permet de calculer, pour un point de départ donné, la dépense afférente à l'expédition de telle marchandise à Brême ou à Emden, par exemple, et de rechercher le point de départ où cette dépense sera la même dans les deux cas. Le point déterminé sera situé sur la *ligne de partage commerciale* du bassin du Weser. C'est ainsi que, pour la ville d'Isselhorst, tous frais comptés, la dépense, suivant la catégorie des marchandises à destination de Brême ou d'Emden, se monte à

$p = 6$ marks 25 ; $p_1 = 4$ marks 40 ; $p_2 = 3$ marks 75.

On a, d'ailleurs, généralement à considérer plusieurs points d'embarquement possibles sur le cours du fleuve, ce qui rend plus laborieux encore l'établissement d'une carte comme celle figurée ci-dessus.

Le bassin commercial du Weser, qui ne comprend pas de mines et de houillères importantes, ne saurait acquérir un développement très rapide; on doit cependant remarquer que son trafic s'est élevé de 29 millions de tonnes kilométriques, en 1875, à 128 millions en 1900, bien qu'il ne soit pas pourvu d'un réseau de communications aussi serré qu'on pourrait le désirer.

Surchauffeur de vapeur, système Pielock, pour locomotives.

Le surchauffeur Pielock est disposé à l'intérieur du corps cylindrique du générateur (fig. 1 et 2), de façon à obtenir le degré de surchauffe voulu, au moyen d'une surface tubulaire relativement faible, empruntée à la partie médiane des tubes mêmes de la chaudière. Cette disposition évite des pertes de calorique, car la chaleur, transmise par les tubes aux plaques tubulaires intermédiaires et à l'enveloppe du surchauffeur, est utilisée pour la production de la vapeur.

L'installation de cet appareil ne modifie pas les conditions du tirage, et, d'autre part, la suppression d'une partie de la surface de chauffe n'influe guère sur le régime de la locomotive, car, à puissance égale du moteur, la consommation de vapeur surchauffée est notablement moindre que celle de vapeur saturée.

Le surchauffeur consiste essentiellement en une boite entourant le faisceau tubulaire, et divisée, par des cloisons longitudinales, en plusieurs compartiments. La vapeur pénètre dans l'appareil par deux tubulures T, parcourt successivement tous les compartiments de la boite, et est amenée, par un tuyau T', dans la capacité renfermant la tête du régulateur R. Un thermomètre coudé M, muni d'une graduation visible de la plate-forme du mécanicien, donne la température de la vapeur surchauffée.

Il est facile d'installer ce surchauffeur sur des locomotives existantes, principalement quand on renouvelle la garniture de tubes. L'introduction de l'appareil dans la chaudière se fait, soit par la boite à feu, si le foyer est démonté, soit en dérivant une virole du corps cylindrique ou la plaque tubulaire de la boite à fumée. Le foyer et la plaque tubulaire étant remis en place, on remonte les tubes en les mandrinant, d'abord dans la plaque tubulaire A de la boite à feu, puis dans les deux plaques arrière et avant du surchauffeur B, C, et, enfin, dans la plaque tubulaire D de la boite à fumée. Les diamètres des trous percés dans ces diverses plaques croissent de 1 à 2 millimètres au fur et à mesure qu'on se rapproche de l'avant; il est, par suite, facile de sortir les tubes. Par le dôme, dont la calotte est démontable, on introduit les tuyaux d'entrée et de sortie de la vapeur dans la boite du surchauffeur.

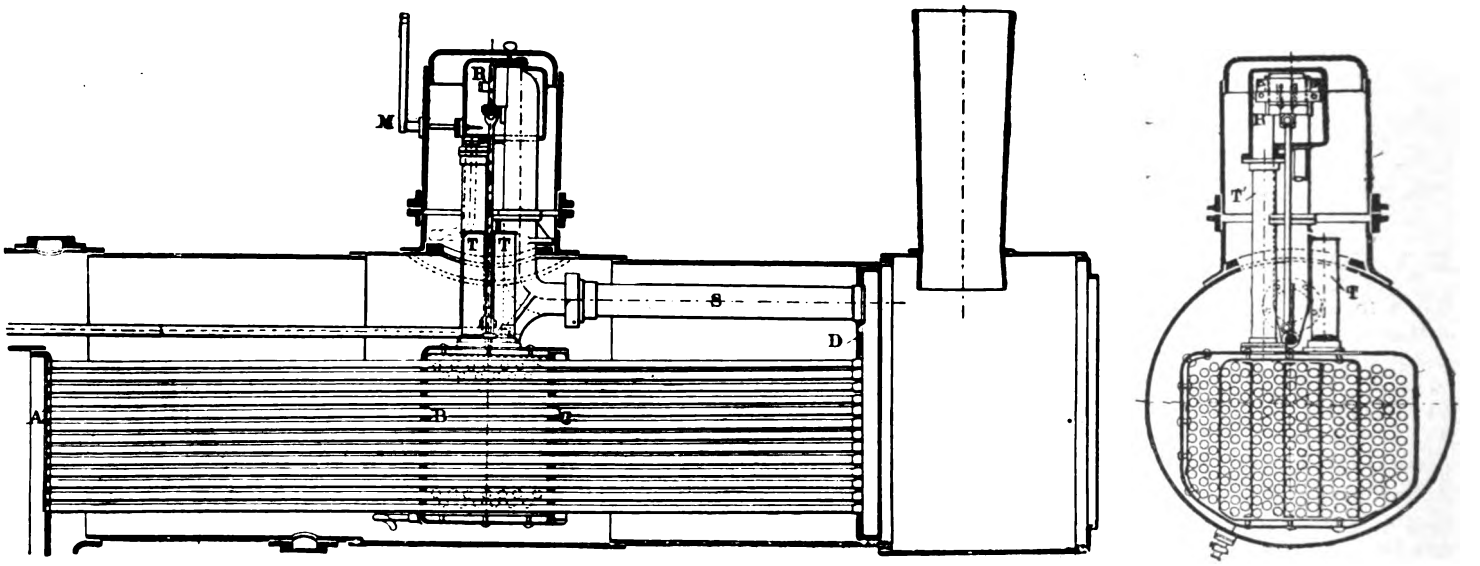


FIG. 1 et 2. — Coupes longitudinale et transversale du surchauffeur Pielock.

A, plaque tubulaire de la boite à feu ; — B, plaque tubulaire arrière du surchauffeur ; — C, plaque tubulaire avant du surchauffeur ; — D, plaque tubulaire de la boite à fumée ; — M, thermomètre ; — R, régulateur ; — S, tuyau d'amenée de la vapeur aux cylindres ; — T, tuyaux d'amenée de la vapeur au surchauffeur ; — T', tuyaux d'amenée de la vapeur surchauffée à la boite du régulateur.

D'après l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, il a été mis en service, en Allemagne, depuis le commencement de cette année, deux locomotives express, une compound, l'autre à simple expansion, munies de cet appareil, qui, sur 118 mètres carrés de surface de chauffe totale, affecte $17^{m2}4$ à la surchauffe.

La paroi d'arrière du surchauffeur se trouvant à $1^m 800$ de la plaque tubulaire du foyer, les gaz se sont déjà suffisamment refroidis par leur passage sur 68 mètres carrés de surface de chauffe ordinaire, soit trente fois la surface de la grille, pour qu'on n'ait plus à craindre de voir rougir les tubes dans la partie que l'eau ne baigne pas.

Avec une température de surchauffe de 250 degrés, on peut espérer

Digitized by Google

réaliser une économie de 15 °/₀ sur le charbon et de 18 °/₀ sur l'eau, d'après les premiers résultats constatés. D'un autre côté, il a été reconnu que les tiroirs plans équilibrés ordinaires, pourvus d'un graissage convenable, fonctionnent bien à cette température. Les surchauffeurs eux-mêmes n'ont révélé, jusqu'ici, aucun inconvénient. La surchauffe se produit même à régulateur fermé, et on peut en profiter dès le démarrage.

Les avantages de l'emploi de cet appareil résident dans sa simplicité et dans la régularité de son fonctionnement, sans l'intervention du mécanicien. A cet égard, le surchauffeur Pielock, offre beaucoup d'analogie avec le surchauffeur Slucki, récemment essayé en Russie.

Réservoir dégraisseur réchauffeur d'eaux de condensation.

Pour l'alimentation des générateurs de vapeur, il est souvent nécessaire de se servir des eaux des condenseurs de l'usine, autant pour avoir des eaux pures que pour employer des eaux chaudes. L'*Engineering News* donne un exemple d'un réservoir d'eau chaude employé pour séparer les huiles des eaux de condensation envoyées aux chaudières.

Ce réservoir (fig. 1 et 2) est divisé en trois parties A, B, C. En A et B viennent aboutir les décharges générales des condenseurs de l'usine ; C est alimentée par la communication inférieure avec le compartiment B, et reçoit, de plus, les échappements et les retours de vapeurs détendues.

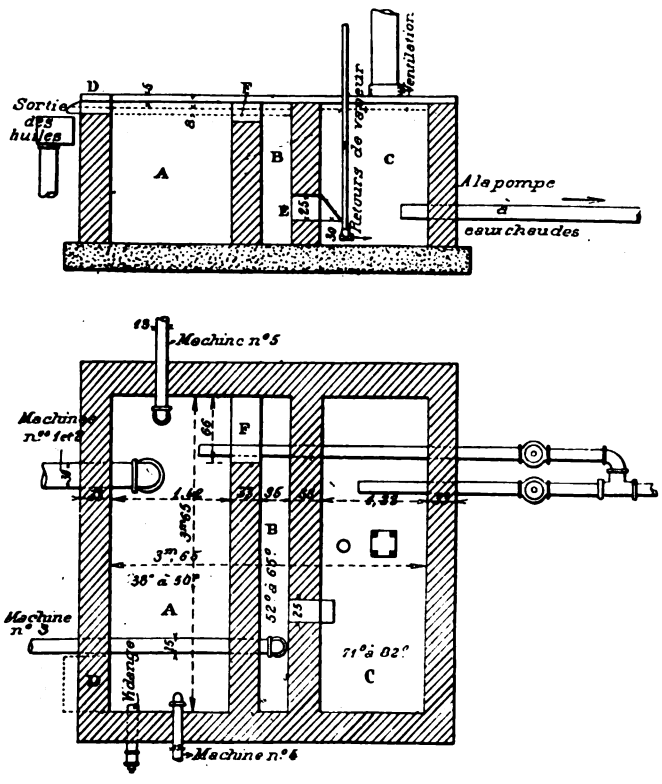


FIG. 1 et 2. — Coupe verticale et plan d'un réservoir dégraisseur réchauffeur d'eaux de condensation.

La température en A n'est que de 30 à 50 degrés centigrades, tandis qu'en B elle est de 52 à 65 degrés, ce qui s'obtient aux dépens du vide du condenseur. Dans le compartiment C, les retours de vapeur élèvent la température entre 70 et 80 degrés.

La pompe d'alimentation prend dans le compartiment C, mais elle peut aussi aspirer en A. En B se fait la séparation des huiles, qui sont entraînées du déversoir F jusqu'à la sortie de A par le déversoir D, plus élevé que F. Comme le passage de B en C se fait très lentement, les huiles ont toute facilité pour monter à la surface et s'écouler en A.

Emploi des meules d'émeri.

Pour réagir contre l'insuccès qui s'est attaché d'abord à l'emploi des meules d'émeri dans les fonderies, l'*Iron Age* donne quelques conseils sur la façon dont il convient d'employer ces appareils.

Il faut d'abord choisir le grain de la meule d'après le genre de travail à exécuter. Selon que la pièce devra être polie à la meule d'émeri ou passée, ensuite, aux buffles garnis d'un émeri plus ou moins gros, selon qu'elle devra être trempée avant ou après le meulage, il faudra prendre un grain différent. Généralement, il faut choisir un émeri aussi gros et aussi dur que possible, car la meule s'encrasse moins vite et se désagrège moins facilement.

Il faut tenir compte, en second lieu, de la quantité de matière à enlever, car, souvent, il y a intérêt à employer le burin au lieu de la meule ; puis, se préoccuper de la nature de la matière à travailler (acier fondu, acier de machines, bronze, fonte malléable), et, surtout, connaître le degré de dureté du métal, pour lui proportionner la grosseur et la dureté du grain de la meule.

Enfin, on doit considérer le poids des pièces à travailler, et se rendre compte de la masse du métal qui devra absorber la chaleur produite pendant le meulage.

Les meules de grand diamètre sont presque toujours plus avantageuses que les petites. La meule devra être montée sur un arbre de gros diamètre, maintenu par des paliers à longue portée, et le bâti, au lieu d'être simplement boulonné sur le plancher de l'atelier, devra être fixé à un massif solide et bien résistant aux vibrations.

La vitesse à laquelle doit tourner la meule est un autre point très important. Il faut toujours réaliser, autant que possible, la vitesse qu'indique le constructeur de la meule. Quelques tours de moins par minute sont souvent la cause d'un rendement bien inférieur à celui qu'on est en droit d'attendre.

Cours publics du Conservatoire des Arts et Métiers.

Nous donnons, ci-après, la liste des *Cours publics et gratuits de Sciences appliquées aux Arts* qui seront professés au Conservatoire national des Arts et Métiers, pendant l'année 1903-1904 :

Géométrie appliquée aux Arts. — *Les lundis et jeudis, à neuf heures un quart du soir.* — M. A. LAUSSEDAT, professeur; M. P. HAAG, professeur suppléant. Date d'ouverture : 2 novembre.

Géométrie descriptive. — *Les lundis et jeudis, à huit heures du soir.* — M. E. ROUCHÉ, professeur. Date d'ouverture : 2 novembre.

Mécanique appliquée aux Arts. — *Les lundis et jeudis, à neuf heures un quart du soir.* — M. E. SAUVAGE, professeur. Date d'ouverture : 2 novembre

Constructions civiles. — *Les lundis et jeudis, à neuf heures un quart du soir.* — M. J. PILLET, professeur. Date d'ouverture : 2 novembre.

Physique appliquée aux Arts. — *Les lundis et jeudis, à huit heures du soir.* — M. J. VIOLLE, professeur. Date d'ouverture : 2 novembre.

Électricité industrielle. — *Les mercredis et samedis, à huit heures du soir.* — M. Marcel DEPREZ, professeur. Date d'ouverture : 4 novembre.

Chimie générale dans ses rapports avec l'industrie. — *Les mercredis et samedis, à neuf heures un quart du soir.* — M. E. JUNGFLEISCH, professeur Date d'ouverture : 4 novembre.

Chimie industrielle. — *Les mardis et vendredis, à neuf heures un quart du soir.* — M. E. FLEURENT, professeur. Date d'ouverture : 3 novembre.

Métallurgie et travail des métaux. — *Les mardis et vendredis, à huit heures du soir.* — M. U. LE VERRIER, professeur. Date d'ouverture 3 novembre.

Chimie appliquée aux industries de la teinture, de la céramique et de la verrerie. — *Les lundis et jeudis, à huit heures du soir.* — M. V. DE LUYNES, professeur. Date d'ouverture : 2 novembre.

Chimie agricole et analyse chimique. — *Les mercredis et samedis, à huit heures du soir.* — M. Th. SCHLŒSING, professeur ; M. Th. SCHLŒSING fils, professeur suppléant. Date d'ouverture : 4 novembre.

Agriculture. — *Les mardis et vendredis, à neuf heures un quart du soir.* — M. L. GRANDEAU, professeur. Date d'ouverture : 3 novembre.

Filature et tissage. — *Les mardis et vendredis, à huit heures du soir.* — M. J. IMBS, professeur. Date d'ouverture : 3 novembre.

Économie politique et législation industrielle. — *Les mardis et vendredis, à huit heures du soir.* — M. E. LEVASSEUR, professeur. Date d'ouverture 3 novembre.

Économie industrielle et statistique. — *Les mardis et vendredis, à neuf heures un quart du soir.* — M. André LIESSE, professeur. Date d'ouverture : 3 novembre.

Art appliqué aux métiers. — *Les mercredis et samedis, à neuf heures un quart du soir.* — M. L. MAGNE, professeur. Date d'ouverture : 4 novembre.

Histoire du travail. (Cours fondé par la Ville de Paris.) — *Les lundis et jeudis, à huit heures du soir.* — M. G. RENARD, professeur. Date d'ouverture : 2 novembre.

Assurance et prévoyance sociales. (Cours subventionné par la Chambre de Commerce de Paris.) — *Les mercredis et samedis, à huit heures du soir.* — M. L. MABILLEAU, professeur. Date d'ouverture : 4 novembre.

Droit commercial. — *Les mercredis, à neuf heures un quart du soir.* — M. E. ALGLAVE, chargé de cours. Date d'ouverture : 4 novembre.

Économie sociale. — *Les samedis, à neuf heures un quart du soir.* — M. P. BEAUREGARD, chargé de cours. Date d'ouverture : 7 novembre.

Digitized by Google

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 16 octobre 1903.

Présidence de M. P. Bodin, Président.

I. — MM. Bodin, Canet et Dumont rappellent les services rendus à la science par la Tour Eiffel, en dehors de son rôle d'objet de curiosité. Ils protestent contre sa démolition et font adopter dans ce sens un vœu conforme à celui de l'Association pour l'Avancement des Sciences.

II. — M. Turgan développe sa communication sur les *Voitures automotrices de chemins de fer à vapeur et à pétrole*, dans laquelle il examine successivement le cas de trains rapides de luxe à très grande vitesse, pour lesquels les essais d'automotrices électriques, en Allemagne, ont été couronnés de succès (1); le cas des trains ordinaires, pour lesquels des types ont été créés au Nord français, au London South Western, ainsi que les automotrices Purrey (2), au P.-L.-M. et à l'Orléans; enfin le cas des chemins de fer secondaires, où les automotrices permettraient de réaliser de fréquents départs de trains-tramways. Il décrit différents types d'automotrices à vapeur pour voie normale et pour voie étroite, ainsi que des automotrices à pétrole. Les résultats d'essais permettent de prévoir un rapide développement de l'usage de ces voitures.

III. — M. Lenicque présente une *Nouvelle théorie de la formation des roches terrestres*. Tout en rendant hommage aux savants fondateurs de la géologie actuelle, il se défend de pouvoir accepter leur théorie. Partant des découvertes nouvelles qu'a provoquées le four électrique, dont la température ne peut qu'à peine égaler celle que possédait la nébuleuse terrestre au moment de sa condensation, il généralise la formation primordiale stratifiée par liquation des composés binaires métalliques, lesquels, par une action ultérieure de l'eau, ont donné naissance aux terrains silicatés primitifs, puis aux premières roches éruptives. La formation des calcaires serait due, à son avis, à l'action de l'eau sur les carbures où dominait le carbure de calcium; de même celle des divers hydrocarbures gazeux ou pâteux, ces derniers ayant produit les nappes carbonifères.

Dans la discussion qui a suivi cette communication, M. Bergeron, professeur à l'École Centrale, a répondu qu'il comprenait difficilement l'action de l'eau sur les carbures métalliques, à cause de leur haute température. Il a rappelé que l'origine végétale de la houille, dont la composition est, du reste, différente de celle des hydrocarbures naturels, est depuis longtemps admise, que les calcaires sont sédimentaires et non éruptifs, et que leurs plissements sont dus à des forces organiques.

M. Lenicque, remontant aux sources premières des éléments des calcaires, a maintenu l'analogie de composition des différents combustibles minéraux, contredisant la théorie de la formation microbienne de la houille.

M. Guillet a présenté quelques observations sur la formation du graphite dans la préparation du carborundum, se rattachant à la théorie de M. Lenicque.

A. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 12, p. 177.

(2) Voir le *Genie Civil*, t. XLII, n° 18, p. 273, et t. XLIII, n° 23, p. 366.

Académie des Sciences.

Séance du 19 octobre 1903.

Biologie. — *Sur l'acclimatation des pintadines, ou huitres perlières vraies, sur les côtes de France, et sur la production forcée des perles fines.* Note de M. Raphaël Dubois.

L'auteur rappelle ses communications antérieures au sujet de ses recherches tendant à provoquer la production des perles fines chez certaines espèces d'huitres indigènes. Il présente plusieurs échantillons vivants d'une espèce reconnue perlière, les *pintadines*. Il conclut en remarquant qu'il a pu faire faire impunément de longs voyages à cette espèce, l'acclimater et la cultiver sur les côtes de France, et qu'il a pu obtenir, par la contamination parasitaire, la formation de la perle fine dans cette espèce; il espère pouvoir étendre ses découvertes à d'autres variétés d'huitres.

Chimie générale. — *Sur l'état du carbone vaporisé.* Note de M. Berthelot.

Décrivant le mode opératoire qu'il a employé pour étudier la constitution du carbone vaporisé à la plus basse température possible, c'est-à-dire en traitant le carbone des filaments de lampes à incandescence déposé par condensation sur les parois et sur les filaments soumis à l'action du courant électrique, M. Berthelot en conclut que le carbone possède une tension de vapeur appréciable à une température de 1 200 à 1 500 degrés. L'intervalle qui sépare cette température de celle de l'ébullition du carbone surpasse de beaucoup celui des températures correspondantes, pour différents autres corps.

L'étude des états divers sous lesquels se présente le carbone solide conduit l'auteur à admettre qu'ils représentent des polymères du carbone, à constitutions moléculaires différentes. Il déduit par analogie avec les propriétés physiques des corps composés susceptibles d'être formés directement, celles des composés du carbone avec l'hydrogène. En fait, quelques-uns seulement des corps reconnus simples par la chimie paraissent se présenter, en général, à l'état de molécules élémentaires isolées, comme l'hydrogène, tandis que la plupart des autres, tels le carbone et les métaux, se manifestent d'ordinaire à l'état solide, en dehors de leurs combinaisons avec d'autres éléments, sous la forme d'états condensés, ayant déjà perdu une partie considérable de leur énergie essentielle.

Chimie minérale. — I. — *Sur le dosage de l'argon dans l'air atmosphérique.* Note de M. Moissan.

L'auteur rappelle les travaux de savants qui se sont occupés de la question de l'argon et décrit son mode expérimental de dosage direct de l'argon dans l'air ou dans un mélange d'air et d'hydrogène, par absorption de tous les composants, au moyen du calcium fondu à 500 degrés. Il présente un tableau de dosages de l'argon par cette méthode, sur des échantillons pris en différents endroits du globe, tableau montrant une grande constance dans la teneur de l'air en argon, malgré les différences de longitude et d'altitude, et confirmant les vues importantes de Dumas et Boussingault sur la constance de composition de l'air atmosphérique.

II. — *Sur la composition du peroxyde de zinc.* Note de M. Kuriloff, présentée par M. Moissan.

L'auteur, dans sa note, admet que, pour reconnaître comme *chimiquement individuelle* une substance obtenue, il faut que sa composition reste constante dans des préparations différentes. Il en conclut que la composition du véritable peroxyde de zinc, ainsi que celle du peroxyde de cadmium, répond à la formule $MO^2MI(OH)^2$, seul type bien établi, selon lui, dans l'état actuel de la chimie.

Géologie. — *Sur les phases de plissements des zones intra-alpines françaises.* Note de M. Kilian, présentée par M. Lévy (1).

De l'étude des dislocations qui ont donné aux Alpes delphino-provençales leur structure complexe, l'auteur déduit la formation de plis imbriqués couchés vers l'extérieur de la chaîne, accompagnés de nombreux charriages, et postérieurs à la première moitié de la période néogène, et que ces dislocations ont atteint la surface du sol.

Il leur attribue aussi le reploiement de ces plis couchés et des nappes qui en dérivent, ainsi que les plis en retour caractérisés par l'absence de charriages importants, à la suite desquels se dessine la structure en éventail asymétrique des Alpes françaises.

Physique. — *Sur un réfractomètre à réflexions.* Note de M. Th. Vautier, présentée par M. Violle.

L'auteur présente un appareil composé de lentilles et de miroirs parallèles, au moyen duquel il mesure, par les déplacements des franges qu'ils produisent, les variations du milieu que traverse un faisceau lumineux; il expose les particularités de son appareil qui permet, paraît-il, de mesurer des variations de pressions inférieures à $^1/_{100\,000}$ d'atmosphère ou des variations de température de $^1/_{1\,000}$ de degré.

M. Vautier signale aussi les perturbations qu'amènent dans l'examen des franges les vibrations accidentelles des supports, augmentées par le nombre des réflexions auxquelles sont soumis les rayons lumineux, et les variations continuelles de la densité du milieu traversé, par suite des modifications de la température, même en air calme.

A. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 24, p. 382, et n° 25, p. 398.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Locomotives à fonctionnement mixte, par adhérence et par crémaillère. — M. A. Werner passe en revue, dans les *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, des 15 août, 1er et 15 septembre, 1er et 15 octobre, les différents types de locomotives construits jusqu'ici pour un service mixte, à adhérence et à crémaillère, en les distinguant de ceux où les roues sont purement porteuses et où le mécanisme ne commande que les roues dentées.

On peut classer ces locomotives en trois groupes, suivant que le mécanisme moteur est appliqué à la roue dentée, celle-ci actionnant les roues porteuses par l'intermédiaire d'une transmission; ou que le mécanisme entraîne les roues motrices, qui elles-mêmes commandent la roue dentée; ou que les roues motrices et la roue dentée sont actionnées par des mécanismes moteurs entièrement distincts.

L'auteur donne la monographie détaillée de nombreuses locomotives établies suivant chacun des types ci-dessus.

Au premier groupe appartiennent les locomotives des carrières d'Ostermundigen, près Berne; de la ligne Rorschach-Heiden, des mines de Wasseralfingen, et de Friedrichssegen, etc. Ces machines ne peuvent circuler sur les sections à voie ordinaire qu'avec une vitesse très réduite; elles comportent, en outre, de nombreux engrenages dont l'entretien est onéreux.

Les machines de la seconde catégorie échappent à ces inconvénients; elles ont cependant, comme les précédentes, ce désavantage que, le diamètre de la roue dentée ne correspondant jamais exactement à celui des roues motrices, celles-ci subissent un patinage qui nuit au rendement de la locomotive. Cependant ce type est, actuellement encore, très usité pour les lignes de peu d'importance, notamment les lignes industrielles, où le matériel doit être de construction robuste.

Enfin, les locomotives à double mécanisme moteur, dont l'un fonctionne sur la crémaillère et l'autre sur la voie ordinaire, présentent une solution satisfaisante du problème, si l'on écarte la question de la complication des organes.

Ces machines ont généralement de petites roues motrices actionnées par deux cylindres extérieurs, et des roues dentées actionnées par deux cylindres intérieurs, au moyen de manivelles, directement ou par l'intermédiaire d'engrenages.

Elles sont pourvues d'un frein à sabots, d'un frein agissant sur la crémaillère, et, souvent, d'un frein à air.

M. Werner donne des détails plus étendus sur cette classe de locomotives, sur les dispositions générales de construction usitées et sur les données numériques caractéristiques de chaque machine.

La vapeur surchauffée dans les locomotives. — A diverses reprises, le *Génie Civil* (1) a tenu ses lecteurs au courant des applications de la vapeur surchauffée aux locomotives, notamment en Allemagne, où plusieurs locomotives en service sont munies du surchauffeur Schmidt. A la suite d'un accident survenu à l'une de ces machines, une polémique s'est engagée dans les revues techniques d'outre-Rhin, au sujet des avantages et des inconvénients du système. Le *Bulletin du Congrès des Chemins de fer* en a donné le résumé dans son numéro de septembre dernier.

On reproche au surchauffeur Schmidt la difficulté de nettoyage des tubes, qui s'encrassent rapidement, ce qui ralentit la transmission de la chaleur. En outre, la résistance de ces tubes s'affaiblit assez vite et leur remplacement donne lieu à de longs chômages de la locomotive. Enfin, une grande partie du calorique amené par les gaz est inutilisée, comme on peut le constater en mesurant leur température à la sortie du surchauffeur.

Pour remédier à ces divers inconvénients, M. Teuscher préconise une série de mesures concernant la forme et la disposition à donner aux tubes, ainsi que la suppression du gros tuyau qui relie le foyer à la boîte à fumée. Il serait aussi partisan de la surchauffe successive ou fractionnée, ce qui nécessite la substitution du fonctionnement compound à la

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XL, n° 10, p. 164, et n° 14, p. 232; t. XLI, n° 5, p. 65.

Digitized by Google

marche en simple expansion. La vapeur d'admission aux petits cylindres recevrait d'abord une première surchauffe, qui serait complétée par une deuxième surchauffe donnée à la vapeur du réservoir intermédiaire, avant son entrée dans les grands cylindres.

M. Berner réfute longuement les opinions de M. Teuscher, en se basant surtout sur les résultats acquis, et il conseille, pour élucider certains points restés obscurs dans l'étude de la surchauffe, de procéder à des expériences méthodiques, qu'un laboratoire d'essais pour locomotives permettrait seul d'entreprendre.

Cette installation servirait d'ailleurs utilement pour solutionner d'autres problèmes du même ordre.

ÉLECTRICITÉ

Variations de flèche et de tension dans les lignes aériennes. — Le professeur A. Sengel indique, dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, du 24 septembre, des formules approchées pour le calcul rapide des variations des éléments d'un fil tendu sur une portée a, avec une flèche f, p_1 étant la tension du fil et g son poids par unité de longueur.

Une variation de température t donne une nouvelle tension p_2 :

$$p_2 = \frac{ag}{\sqrt{24}\sqrt{\frac{a^2g^2}{24p_1^2} - \lambda(p_1 - p_2') + \alpha t}},$$

α étant le coefficient de dilatation,

λ le module d'élasticité,

et p_2' une valeur supposée pour la nouvelle tension. On répète au besoin le calcul, en prenant pour p_2' le chiffre trouvé en premier lieu.

La même méthode d'approximations successives s'applique au calcul de la nouvelle flèche f_2.

$$f_2 = \sqrt{\frac{3}{8}a^2\left\{\alpha t - \frac{\lambda g a^2}{8}\left(\frac{1}{f_1} - \frac{1}{f_2'}\right)\right\}} + f_2'.$$

Enfin l'auteur donne des formules analogues :

1° Pour le calcul des variations de tension et de flèche à température constante, sous l'influence d'une surcharge (neige, givre, etc.);

2° Pour la détermination de la variation de flèche sous l'influence d'un changement de portée;

3° Enfin pour l'évaluation de la tension du fil, dans le cas de supports présentant une certaine élasticité.

Emploi de l'aluminium comme conducteur électrique. — En 1899, M. J. Kershaw a commencé des expériences en vue de vérifier la façon dont les conducteurs industriels en aluminium résistent aux agents atmosphériques.

L'*Electrical Review* (Londres), du 18 septembre, reproduit un mémoire où il rend compte du résultat de ces essais. Un certain nombre de fils et barres en aluminium, fer galvanisé, cuivre nu et étamé, ont été montés parallèlement sur isolateurs, et laissés pendant trois ans à Waterloo, au nord de Liverpool, c'est-à-dire dans le voisinage de la mer, et dans un endroit sablonneux.

Au bout de ce temps, tous les échantillons d'aluminium avaient augmenté de poids; ils étaient tous plus ou moins piqués ou corrodés, même les plus purs.

Les fils de fer galvanisé, intacts en apparence, avaient progressivement diminué de poids.

Les fils de cuivre n'avaient pas changé de poids; le cuivre étamé avait perdu son étamage.

L'auteur en tire cette conclusion, que l'aluminium livré en 1899 n'est pas en état de servir comme conducteur nu sur la côte du Lancashire.

D'ailleurs, aux cours actuels (£ 66 la tonne pour le cuivre, £ 159 pour l'aluminium), l'avantage économique reste au cuivre, qui, à conductibilité égale, coûte 0,816 du prix de l'aluminium. Il est vrai que cette situation peut facilement changer d'un moment à l'autre.

Ce mémoire est suivi d'une note de M. E. Wilson, dans laquelle l'auteur publie une série de mesures relevées sur les alliages d'aluminium (analyse, résistance spécifique, variation de résistance avec le temps, charge de rupture).

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

Comptabilité industrielle. — Le *Street Railway*, du 26 septembre, expose un système très complet de comptabilité industrielle, tel qu'il est en usage à la Compagnie des tramways de Denver City (États-Unis). Ce système permet de se rendre compte exactement de la situation commerciale de la Société pour chaque jour, chaque mois, chaque année; à quelques modifications près, il peut servir de modèle pour toutes les industries de transport.

Ce système s'adresse à tous les services; des tableaux très simples (dont plusieurs modèles sont donnés) sont mis au courant chaque jour par les employés, contremaîtres et ouvriers intéressés. Le travail de statistique, ainsi réparti entre un grand nombre d'individus, est grandement facilité; d'autres tableaux résument les premiers, étant eux-mêmes résumés dans des statistiques d'ensemble; ce dernier travail est fait uniquement par des comptables professionnels, ainsi que les bilans journaliers, mensuels et annuels.

Ces renseignements embrassent les entrées, les sorties, le mouvement du matériel, du personnel, des voyageurs, les frais de construction, le rendement des diverses parties du réseau, etc. Le chef d'industrie, connaissant pour ainsi dire chaque jour sa situation, est à même de passer des marchés avantageux sans avoir à demander d'autres avis à ses employés. Il peut aussi connaître la situation particulière de chacun des services, savoir quels sont ceux qui donnent des bénéfices, quels sont ceux qui doivent être développés, diminués ou supprimés. Le système décrit, formant un contrôle précis et permanent, facilite le travail des vérificateurs des comptes.

HYGIÈNE

Emploi de la double filtration pour la purification des eaux destinées à l'alimentation des villes. — Le bulletin de septembre de l'*American Society of Civil Engineers* publie un mémoire de M. Goetze, relatif à la purification, par filtration, des eaux fluviales destinées à l'alimentation des villes en eau potable.

L'auteur étudie d'abord le mécanisme de la filtration sur lits de sable, et montre qu'elle ne se fait nullement par le sable lui-même, mais par la couche boueuse remplie de bactéries qui se dépose tout d'abord et vient colmater les couches supérieures. C'est du moins la cause principale : les combustions par l'oxygène de l'air, la destruction des microbes pathogènes par des bactéries ennemies ne jouent qu'un rôle secondaire. Il est donc indispensable que cette couche protectrice soit respectée, ce qui explique pourquoi la purification se fait mal : 1° en temps de crues, par suite de l'état d'agitation des eaux, si l'on n'a pas pris de dispositions pour l'éviter; 2° quand le filtre est neuf; 3° quand il vient d'être nettoyé.

Comme, après un certain temps de service, la vitesse de filtration a considérablement diminué, il faut nettoyer le filtre. L'auteur montre comment cette opération doit être faite pour réduire au minimum le temps d'inefficacité du filtre après nettoyage. Pendant cette période, il y a souvent avantage à filtrer une seconde fois les eaux (notamment dans le cas assez général où elles doivent être remontées par des pompes). On bénéficie, en tous cas, de ce que l'eau s'est débarrassée, sur le premier filtre, de la presque totalité des particules terreuses qui la troublaient. L'auteur décrit l'installation qui a été faite, dans cet ordre d'idées, à Brême (Allemagne), pour alimenter la ville avec les eaux du Weser.

Les appareils de distribution automatique destinés à éviter les remous, les indicateurs de niveau et de rendement, l'atelier de nettoyage du sable souillé, les précautions à prendre pour chacune des opérations, sont exposés en détail. Des indications sont également données sur la manière de conduire les essais bactériologiques. Ces essais, qui doivent être faits très souvent pour parer à toute éventualité, montrent qu'il y a une relation étroite entre le nombre de bactéries et l'état de trouble de l'eau, lequel peut être déterminé rapidement, et, par conséquent, souvent, par comparaison avec des liqueurs-types dont le mode de préparation est indiqué.

MÉTALLURGIE

Traitement des minerais enrichis dans le Rand. — Dans l'*Engineering and Mining*, du 26 septembre, M. Denny donne des renseignements sur le traitement des minerais enrichis de quelques Compagnies du Rand, ainsi que sur les essais relatifs à ces minerais qu'il a été amené à faire.

La *concentration* consiste à séparer, des parties moins riches, celles qui contiennent la majeure portion de l'or, le traitement ultérieur en étant différent. On doit chercher à obtenir le plus possible de concentrés à haute teneur, faciles à travailler par la cyanuration ordinaire.

Quoique de constitution minéralogique sensiblement constante, les minerais sont plus ou moins durs, faciles à désagréger, commodes à traiter, riches en pyrites. Le travail est différent selon les cas, et il devient plus ou moins avantageux de produire des concentrés, dont le traitement a fait peu de progrès depuis dix ans. La chloruration devient trop coûteuse pour des minerais d'une teneur inférieure à 5 onces, bien que le rendement atteigne 98 °/₀. On pourrait en réduire les frais, en réunissant, pour les traiter dans des usines centrales, les concentrés produits par plusieurs mines. La cyanuration des concentrés a donné un rendement variant de 50 °/₀ à 90 °/₀.

On a cherché à réaliser un procédé aussi économique que la cyanuration et qui donne un rendement aussi élevé que la chloruration.

Les chimistes reconnaissent que, l'or n'étant pas à l'état de combinaison chimique dans le minerai, une division mécanique suffisante permettrait l'emploi de la cyanuration, d'où la pratique du grillage, qui produit une désagrégation des pyrites bien meilleure que celle donnée par les broyeurs.

Des expériences ont été faites sur des concentrés des mines de New-Goch. Elles prouvent que si les solutions faibles en cyanure sont trop lentes à dissoudre l'or, les solutions fortes augmentent la dépense de réactif; enfin, le procédé n'est pas applicable aux concentrés tels que les livrent les moulins.

D'autres essais ont été faits sur des minerais, préalablement traités par une lessive alcaline chaude : dans ce cas, la dissolution se fait plus rapidement, mais la perte en cyanure augmente. Les essais ont montré l'inutilité du traitement alcalin à froid. La présence de l'or en particules volumineuses ne retarde pas la dissolution, beaucoup plus lente à la fin de l'opération, tant à cause de l'affaiblissement du réactif, que de la diminution de la surface d'attaque du métal. La rapidité de la réaction dépend de la finesse du broyage, de la force et du volume de la solution.

La solution à 1 °/₀ de cyanure a donné les meilleurs résultats; l'oxygène substitué à l'air dans la réaction n'a donné aucune économie dans l'extraction, dont la limite a été atteinte au bout de trois heures et demie. Si le chauffage produit une accélération du travail, en revanche, il augmente la perte en cyanure.

Contribution à la théorie des aciers au nickel. — M. Osmond donne, dans la *Revue générale des Sciences*, du 30 août, une intéressante note sur la théorie des aciers au nickel, provoquée par le dernier travail de M. Guillaume (1) sur le même sujet.

L'auteur est d'accord avec M. Guillaume, sur toute la partie du mémoire où l'interprétation s'appuie solidement sur l'expérience, mais il discute le « mécanisme hypothétique des transformations du fer dans les aciers au nickel », où l'on cherche dans le développement de considérations ingénieuses, une solution, au moins provisoire, des difficultés pendantes.

D'après M. Osmond, le problème serait résolu si l'on connaissait d'abord la nature, ensuite la marche de chacune des transformations qui se produisent dans les différents alliages de fer et de nickel. Ce problème paraissant actuellement insoluble, il croit préférable, pour l'étude de ces alliages, d'employer simultanément et comparativement les trois méthodes thermique, dilatométrique et magnétique.

A défaut d'une solution complète, on obtiendra du moins ainsi des renseignements précis sur les transformations globales et, si les trois méthodes montrent quelques divergences, des indications sur l'interdépendance des trois transformations isolées.

Si ce programme était appliqué, on pourrait, tout d'abord, compléter, par le diagramme des courbes terminales, celui des courbes initiales qui indique, en fonction de la composition des alliages, le début de la transformation magnétique.

En attendant, M. Osmond estime qu'il ne sera pas inutile de donner, dans leur ensemble, les résultats des essais qu'il a faits il y a plusieurs années Ces essais sont complets au point de vue des teneurs en nickel et comme essais thermiques; ils sont incomplets, comme essais magnétiques, parce que le courant était beaucoup trop faible pour aimanter à saturation les barrettes, relativement assez grosses, nécessaires pour l'application de la méthode du refroidissement.

M. Osmond termine sa note par la description de ses expériences et par la reproduction des diagrammes thermiques et magnétiques.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 21, p. 355 et n° 25, p. 399.

Digitized by Google

MINES

Les machines de mines. — M. H. Dechamps, professeur à la Faculté de Liège, termine, dans la *Revue universelle des Mines*, de juillet, l'étude qu'il avait entreprise sur les machines de mines à l'Exposition universelle de 1900. Dans cette partie de son travail, il s'occupe, spécialement, des câbles et de leur enroulement, des moteurs et des freins.

Il constate tout d'abord que les câbles plats en aloès continuent à être en faveur en Belgique et en France. Il lui semble cependant que, pour les très grandes profondeurs, on finira par préférer les câbles métalliques s'enroulant sur un tambour spiraloïde.

L'auteur passe en revue les améliorations apportées dans le fonctionnement des machines à tambours cylindriques, par l'adjonction de câbles d'équilibre, ainsi que les dispositions permettant de réduire le diamètre des tambours, tout en évitant une obliquité exagérée des câbles sur le plan des molettes.

Examinant les moteurs exposés, il constate que l'emploi des machines à détente est devenu général et que, dans les installations belges et françaises, ces organes de détente sont ordinairement placés sous le contrôle du régulateur, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un servo-moteur. Le système compound, assez répandu en Westphalie, ne pénètre que lentement en France; on peut cependant citer l'importante machine du siège d'Arenberg.

L'application de la condensation aux machines d'extraction était encore très rare dans ces deux pays à l'époque de l'Exposition de 1900.

M. Dechamps donne quelques détails sur la machine de M. Debauche, dans laquelle on a recherché un système de distribution permettant d'obtenir une mise à détente et une suppression de la détente très rapides et complètement indépendantes de la vitesse du moteur.

Il cite également la machine des mines de Bruay, où la distribution s'effectue par soupapes avec détente variable au gré du mécanicien, la distribution par soupapes à détente variable par le régulateur, imaginée par M. Debauche pour la machine Koepe, etc.

Passant à l'étude des freins, il signale l'abandon presque général, dans les installations les plus récentes, des systèmes dans lesquels le serrage du frein résulte de la pression de la vapeur sur un piston relié au balancier coudé qui commande le rapprochement des mâchoires. Les freins modernes sont généralement à contrepoids et le rôle de la vapeur est de tenir le frein desserré, en paralysant l'action du contrepoids.

L'auteur termine par quelques renseignements sur les machines destinées à comprimer l'air, ou à l'utiliser sous pression comme agent moteur.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Perfectionnements et conduite des fours à coke. — L'*Engineering*, du 2 octobre, publie un mémoire lu par M. Louis, à l'Iron and Steel Institute, dans lequel sont étudiés les moyens de régler la combustion et la manière de faire la distribution de la température dans les fours à coke, si l'on veut obtenir une grande puissance de production et un rendement élevé.

Selon les qualités du charbon traité, la température doit être différente et, pour une même qualité traitée, la température doit varier pendant la durée de l'opération; les avis sont seulement partagés sur la façon d'obtenir la répartition de chaleur, sur son intensité et sur le temps pendant lequel elle doit agir.

Pour faciliter le réglage et aussi pour récupérer les produits goudronneux et ammoniacaux, des types nouveaux de fours à coke ont été créés; l'auteur les passe rapidement en revue et montre comment progressivement on est arrivé à la forme actuelle : chauffage par combustion dans des carneaux latéraux, disposés verticalement dans toute la longueur du four avec deux séries de semblables carneaux pour chaque four; réchauffage de l'air et des gaz distillés dans un récupérateur de chaleur au moyen des gaz provenant de la combustion; réglage de la combustion; récupération des goudrons et ammoniaques; utilisation des chaleurs perdues à la production de vapeur.

Trois types des plus récents, en usage en Allemagne, sont étudiés d'une façon détaillée :

1° Le four Otto-Hoffmann, utilisant le gaz amené par des conduites dans de véritables brûleurs Bunsen et n'employant pas de chambres séparées pour la récupération de la chaleur;

2° Le four Brunck, de construction assez compliquée, mais de conduite facile et de fonctionnement économique;

3° Le four von Bauer, d'une souplesse beaucoup plus grande et dans lequel les mêmes avantages que précédemment sont obtenus par des moyens beaucoup plus simples.

Des figures détaillées relatives à ces deux derniers fours, ainsi que des chiffres concernant leur rendement et leur puissance, accompagnent l'article.

TRAVAUX PUBLICS

Amélioration des docks de Liverpool. — L'*American Society of Civil Engineers* publie, dans son bulletin de septembre, un mémoire de M. Cecil Kenyon, relatif aux travaux d'amélioration du port de Liverpool, actuellement en voie d'achèvement : construction de nouvelles entrées de port en eaux profondes et de nouveaux bassins, approfondissement et élargissement des anciens docks et passages.

Ce sont ces derniers travaux qui sont surtout décrits, et en vue, principalement, de comparer les méthodes de construction en usage en Angleterre avec les méthodes américaines.

La reprise en sous-œuvre des murs de quais, le système adopté pour les écluses et leur construction sont étudiés en détail.

Ouvrages récemment parus.

Les Progrès de la Sidérurgie allemande. L'Exposition de Düsseldorf en 1902, par Maurice Métayer, Ingénieur, Professeur de Sidérurgie à l'École Centrale. — Un volume de 140 pages, avec dessins et planches hors texte.

Cet ouvrage, publié sous le patronage du Comité des Forges de France, est une revue de l'Exposition de Düsseldorf, en 1902, et des principaux perfectionnements apportés à l'industrie sidérurgique pendant ces dernières années. Les planches et dessins qui accompagnent le texte exposent les applications nouvelles des principes de l'industrie de la fonte du fer et des aciers, en Allemagne.

Le premier chapitre est consacré à des considérations générales sur l'industrie sidérurgique allemande. Le second contient des cartes indiquant la distribution géographique de l'exploitation des minerais de fer, de la houille, de la production du fer brut dans les États du Zollverein, en 1900; des tableaux donnant la statistique des haux fourneaux, des aciéries, des fonderies et fabriques de tubes; un exposé des progrès accomplis dans les procédés de fabrication de la fonte, des aciers au creuset et sur sole, des aciers au convertisseur, enfin, dans les trains de laminoirs.

Le troisième chapitre est une revue de la métallurgie de l'acier à l'Exposition de Düsseldorf, et le quatrième contient des statistiques relatives à l'Exposition de Düsseldorf et aux principales usines de la Westphalie et des provinces rhénanes.

Enfin, l'auteur termine par quelques comparaisons entre l'industrie sidérurgique allemande et l'industrie française, au point de vue des résultats acquis et des progrès qu'il nous reste à accomplir.

Les Habitations ouvrières en tous pays *(Supplément)*, par M. Émile Cacheux, Ingénieur des Arts et Manufactures, Président de la Société des Habitations économiques de la Seine. — Un volume in-4° de 60 pages, avec 40 planches hors texte. — Béranger, éditeur, Paris, 1903. — Prix : 25 francs.

Dans ce volume, qui fait suite à l'ouvrage de MM. Émile Muller et Cacheux, sur le même sujet, M. Cacheux résume les progrès les plus récents de la question des habitations à bon marché.

Il cite, en France, les exemples de constructions de ce genre, élevées par l'État pour son personnel, les efforts des grands établissements de crédit, des Compagnies de chemins de fer, des industriels et des Sociétés philanthropiques et coopératives, dans le but d'assurer aux petites bourses les moyens de se loger convenablement.

Des monographies analogues sont consacrées aux progrès faits en Allemagne, en Angleterre, en Belgique, en Autriche, en Danemark, etc., dans le même sens.

L'auteur reproduit les dispositions législatives relatives, en France, aux habitations à bon marché, et donne, pour chacun des immeubles dont les planches contiennent les plans, des indications détaillées sur les particularités de la construction.

Estudios sobre los carbones de Teruel, par Antonio Gascon. — Un volume, grand in-8° de 167 pages, avec 42 figures et 5 planches hors texte. — Ricardo Rojas, imprimeur, Madrid, 1903.

Dans cet ouvrage, l'auteur débute par un exposé historique de la question des charbons de Teruel et un aperçu des terrains carbonifères autour de cette localité.

Il passe ensuite à une description détaillée du gisement d'Utrillas, à la Loma de San Just, cherche à déterminer son âge géologique, et donne des renseignements sur d'autres couches en relation avec celles d'Utrillas.

INFORMATIONS

Concours de dénaturants pour l'alcool en Russie.

Un concours pour la dénaturation de l'alcool vient d'être ouvert par le ministre russe des Finances. Voici quelques données du programme :

1° Le dénaturant ne devra pas s'opposer à l'emploi de l'alcool pour les besoins techniques;

2° Il ne devra pas contenir d'éléments corrosifs;

3° Il ne devra pas donner naissance, après évaporation ou combustion de l'alcool, à des produits durs minéraux ou organiques attaquant les mèches ou les organes des moteurs;

4° Il ne doit pas être vénéneux;

5° Il doit rendre l'alcool impropre à l'usage comme boisson;

6° Il ne doit pas avoir de mauvaise odeur;

7° Il doit dénaturer à petites doses et être peu coûteux;

8° Il doit pouvoir être facilement reconnu dans l'alcool;

9° La séparation du dénaturant ne doit pouvoir se faire qu'à grands frais.

La clôture du concours est fixée au 1er juillet 1905.

Les explications écrites des recherches, la description du dénaturant, de sa composition, et l'estimation de son prix doivent être présentées à l'administration centrale des impôts indirects et accompagnées d'échantillons du poids de 10 kilogr. des substances proposées.

Les noms des auteurs seront sous pli cacheté avec une devise.

Les substances proposées seront soumises aux essais et à l'analyse dans les laboratoires du Ministère des Finances.

Les résultats seront examinés par la Commission des concours, qui décidera sans appel. La somme de 50 000 roubles (132 000 francs), attribuée au dénaturant qui satisfera à toutes les conditions du concours, pourra être partagée.

Les dénaturants primés deviendront la propriété du fisc.

Varia.

Nominations. — M. H. Monnory, chargé des fonctions de directeur des études à l'École Centrale des Arts et Manufactures, est nommé titulaire de ce poste à dater du 1er octobre 1903.

M. Pavillier, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, est chargé du service ordinaire du département des Bouches-du-Rhône et du service du contrôle des travaux des lignes de Valdonne à la Barque-Fuveau et de Salon à la Calade;

M. Crahay de Franchimont, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, est chargé de l'inspection spéciale du réseau de l'État;

M. Fontaneilles, Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées, est chargé, à la résidence de Paris, du 1er arrondissement du contrôle de la voie et des bâtiments du réseau du Nord. M. Fontaneilles sera, en outre, adjoint à la direction des chemins de fer

Le Gérant : H. Avoiron.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Digitized by Google

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

TOME XLIII — DEUXIÈME SEMESTRE 1903

NOTA. — *Les titres d'articles en plus petits caractères se rapportent à des Informations ou à des Variétés de moindre importance ; ceux marqués d'un astérisque* (*), *à la Revue des principales publications techniques.*

AÉRONAUTIQUE

Pages

Ballon « Lebaudy » (le). Lieut'-Colonel G. ESPITALLIER (n° 7) 97
Ballon « Zeppelin » (le). Lieut'-Colonel G. ESPITALLIER (n° 15) 227

AGRICULTURE

Labourage électrique (état actuel du). Émile GUARINI (n° 17) 257
Reboisement (le) des montagnes (n° 22) 337
*Dessèchement des marécages en Russie (n° 11) . . . 175
*Engrais (propriétés physiques et mécaniques des) (n° 11) 175
*Extraits tanniques (l'industrie des) (n° 4) 62
*Fermes à betteraves (des) de la Saxe (n° 9) 142
*Installation hydro-électrique d'Agnicourt-et-Séchelles et résultats de son utilisation aux usages agricoles (n° 8) 127
*Irrigation de la plaine de la Hart par les eaux d'égout de Mulhouse (n° 2) 30
*Matériel agricole pour les colonies (n° 13) 206
*Pasteurisation (la) des vins et la lutte antialcoolique (n° 9) 143

ART MILITAIRE

Plaques cémentées (essais récents de) 1902-1903). L. BAGLÉ (n° 16) 247
*Artillerie (l') à l'Exposition de Düsseldorf (n° 3) . . . 46
*Construction et exploitation des voies ferrées en campagne (n° 16) 254

AUTOMOBILES

Congrès (le) de l'Automobilisme. F. DROUIN (n° 14) 216
Dérapage (étude du) des automobiles. J. RÉSAL (n°s 25 et 26) 392, 407
*Application de l'électricité aux voitures urbaines (n° 26) 414
*Camions automobiles à pétrole système Hagen (n° 28) 414
Concours de carburants organisé par l'Automobile-Club de France (n° 10) 160
IIe Congrès international d'Automobilisme ; Paris, 15-20 juin 1903 (n° 2) 32
*Vitesse (la) des automobiles et la sécurité publique (n° 21) 334
*Voiture électromobile (la) comme source de revenus pour les stations centrales (n° 20) 318

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages récemment parus :

Acétylène (l'), par A. Morel (n° 19) 304
Aide-mémoire de photographie pour 1903, par C. Fabre (n° 15) 240
Air liquide (l'), par Georges Claude (n° 11) . . 176
Alcoométrie pondérale (l'), (n° 19) 304
Aluminium (l'), par P. Moissonnier (n° 4) . . . 64
Année (l') photographique, 1902, par A. Reynier (n° 16) 256
Annuaire du Ministère des Travaux publics pour l'année 1903 (n° 22) 352
Annuaire international des Sociétés savantes, par H. Delaunay (n° 20) 320
Assanierung (die) von Zurich, par M. Weyl (n° 22) 352
Associations (les) professionnelles ouvrières (Tome III : *Métaux, céramique et verrerie*) (n° 7) 112
Automobiles (les) à l'Exposition de 1900 (Extrait du rapport de la Commission militaire de l'Exposition (n° 6) 96
Autorisation et concession administratives pour l'occupation des voies publiques, par P. Bougault (n° 17) 272
Cartels et Trusts, par Martin-Saint-Léon (*Bibliothèque d'Économie sociale*) (n° 1) 16
Chaux, ciments et mortiers, par Ed. Candlot (*Encyclopédie scientifique des Aide Mémoire* (n° 24) 384
Chemin de fer (le) Métropolitain municipal de Paris, par Jules Hervieu (n° 26) 416
Clauses (les nouvelles) et conditions générales imposées aux entrepreneurs des Ponts et Chaussées, par A. Doussaud (n° 19) 304
Compressibilité (la) des gaz réels, par L. Décombe (*Collection Scientia*) (n° 7) 112
Distributions (les) à changement de marche avec tiroir unique, par A. Fliegner, traduit de l'allemand par P. Hoffet (n° 5) 80
Distribution de l'énergie par courants polyphasés (2e édition), par J. Rodet (n° 18) . . . 288
Dorure, argenture, nickelage, galvanoplastie, par E. Keignart (n° 1) 16
Drainage et assainissement agricole des terres, par L. Faure (n° 12) 192
Eaux de Paris, de Versailles et de la banlieue (les), par Ed. Imbeaux (n° 23) 368
Elektrische Apparate für Starkstrom, par G. Erlacher (n° 12) 192
Ennemis (les) du laboratoire (Bibliothèque de la Photo-Revue) (n° 21) 336
Épuration des eaux d'alimentation de chaudières, et désincrustants, par A. Taveau (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*) (n° 29) 320
Essais des métaux. Machines et appareils, par L. Gages (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*) (n° 14) 224
Estudio sobre los carbones de Teruel, par Antonio GASCON (n° 27) 432
Études sur l'administration et la comptabilité des usines électriques (stations centrales), par A.-C. Ray (n° 5) 80
Études sur les combustibles solides, liquides et gazeux ; mesure de leur pouvoir calorifique, par P. Mahler (n° 11) 176
Fleurs, Canaux, Chemins de fer, par Paul Léon (n° 13) 208
Froid artificiel (le) et ses applications industrielles, commerciales et agricoles, par J. de Loverdo (n° 21) 336
Froment (le) et sa mouture : traité de meunerie, par L. Lindet, d'après Aimé Girard (n° 6) . . 96
Gebläse (die), par A. von Ihering (n° 1) . . . 16
Gemeinfassliche Darstellung des Eisenhüttenwesens, par la Société des Métallurgistes allemands (n° 17) 272
Génie (le) en Chine, par Legrand-Girarde, colonel du Génie (n° 8) 128
Gesetz (das) der Translation des Wassers in regelmässigen Kanälen, Flüssen und Rohren, par T. Christen (n° 18) 288
Gisements minéraux, par François Miron (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*) (n° 23) 368
Gisements (les) miniers, par Fr. Miron (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*) (n° 4) 64
Guide Michelin 1903 (n° 11) 176
Habitations ouvrières (les) en tous pays, par M. Émile CACHEUX (n° 27) 432
Histoire des classes ouvrières et de l'industrie en France, par E. Levasseur (Tome premier) (n° 13) 288
Industries (les) chimiques et pharmaceutiques, par A. Haller (n° 20) 320
Industria (l') frigorifera, par Ulivi (*Collection des Manuels Hoepli* (n° 24) 384
Installations (les) hydro-électriques de la Société de Fure et Morge, par Ch. Lépine (n° 2) . . 32
Jahrbuch für das Eisenhüttenwesen (2e année), par Otto Vogel (n° 25) 400
Lampes électriques à incandescence et leur appareillage, par E. Sartiaux (n° 22) 352
Lavori marittimi ed impianti portuali (Collection des Manuels Hoepli (n° 26) 416
Leçons sur les moteurs d'automobiles et les applications industrielles de l'alcool au chauffage, à l'éclairage et à la force motrice, par L. Marchis (n° 14) 224
Manuel d'analyse chimique appliquée à l'essai des combustibles, minéraux, métaux, sels, etc., par E. Prost (n° 8) 128
Manuel de l'ouvrier mécanicien (3e partie : *Forges et fonderies*), par Franche (n° 26) 416
Manufacture the and Properties of Iron and Steel, par Huse Campbell (n° 4) 64
Matériaux (les) artificiels pour la construction moderne, par H. de Graffigny (n° 14) . . . 224
Métallographie, par H. Horns, traduit de l'anglais par E. Bazin (n° 17) 272
Minerais (les), les métaux et les alliages, par E. d'Hubert (n° 23) 368
Mise en valeur des gîtes minéraux, par Colomer (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*) (n° 15) 240
Navire pour passagers (le), par C. Turc (n° 21) 336
Nomographie (exposé synthétique des principes fondamentaux de la) par Maurice d'Ocagne (n° 21) 336
Paysage (le) en photographie, par J. Carteron (n° 14) 224
Photographie (la) au charbon, par Ch. Gaillard (n° 19) 304
Progrès (les) de la Sidérurgie allemande. L'Exposition de Düsseldorf, en 1902, par Maurice MÉTAYER (n° 27) 432
Rhéostats de démarrage et de réglage pour moteurs et générateurs électriques, par R. Krause (n° 8) 128
Secret (le) du coup d'ailes, par Pompeïen Piraud (n° 25) 400
Seine maritime (la). Étude sur l'importance économique du port de Rouen, par L. Sekutowicz (n° 10) 160
Sulla Ricerca di Norme che determinino la stabilita delle Costruzioni in calcestruzzo armato, par M. Baroni (n° 18) 288
Surchauffe et surchauffeurs, par la Compagnie du surchauffeur réglable Cruse (n° 24) . . . 384
System das der technischen Arbeit, par Max Kraft (n° 9) 144
Technologie (notions de), par P. Jacquemart et J. Bois (n° 15) 240

Digitized by Google

Pages

Tracé et Terrassements, par P. Frick et J.-L. Canaud *Bibliothèque du conducteur de travaux publics* (n° 25) 400
Traité élémentaire de physique, par Ganot-Maneuvrier (n° 12) 192
Traité de chimie industrielle, par Wagner et Fischer, traduit de la 15e édition allemande par L. Gautier (n° 15) 240
Traité de la condensation, par F.-J. Weiss, traduit de l'allemand par E. Hannebicque (n° 16) 256
Traité de technologie mécanique métallurgique, par Ledebur, traduit de la 2e édition allemande par G. Humbert (n° 9) 144
Traité général et pratique des distributions et canalisations d'électricité, d'eau, de gaz, d'acétylène et d'alcool, d'air comprimé, de vapeur et chauffages divers, par E. Pacoret (n° 24) 384
Traité pratique des installations d'éclairage électrique, adapté de l'ouvrage allemand de MM. Herzog et Feldmann, par Boy de la Tour (n° 22) 352
Traité théorique et pratique des appareils de levage et de manutention, par E. Pacoret (n° 21) 336
Traité théorique et pratique des moteurs à gaz et à pétrole, par Aimé Witz (Tome premier) (n° 23) 368
Usages industriels de l'alcool, par D. Sidersky *(Encyclopédie industrielle)* (n° 10) 160
Utilisation des chutes d'eau pour la production de l'énergie électrique, et application aux usages agricoles, par Lévy-Salvador (n° 7) . . 112
Vorlesungen über Statik der Baukonstruktionen und Festigkeitslehre, par G. Mehrtens. (Tome premier) (n° 16) 256
Zentralheizung (die), par H. Freiherrn von Seiller (n° 2 32

CHEMINS DE FER

Chargement mécanique du charbon sur les locomotives, à Fond-du-Lac (E.-U.) (n° 4) . . 61
Chemins de fer de l'Engadine (Suisse). Tunnel de l'Albula (n° 12) 188
Chemin de fer électrique de Fribourg Morat-Anet (Suisse). *Planche IX.* H. Somach (n° 9). 129
Chemin de fer (le) Métropolitain de Paris. *(Correspondance.)* Boutillier (n° 3) 45
Conservation des traverses de chemins de fer au moyen du « trenail » (n° 4) 60
Distributeur de sable, système Francq (n° 2) . 29
Éclairage des voitures de chemins de fer au moyen de l'incandescence par le gaz (n° 17). 265
Éclissage des rails, système Falk (n° 10) . . . 155
Locomotives à benzine pour mines grisouteuses. H. Schmerber (n° 1) 11
Locomotives à voie étroite (les). Henry Martin. (n°s 20, 21 et 22) 311, 328, 344
Locomotives compound à trois cylindres, de la Compagnie du Midland. *(Planche XV.)* R. Bonnin (n° 15) 225
Locomotives express (nouveaux essais faits, en Allemagne, avec les) des types les plus récents (n° 3) 43
Matériel roulant du Manhattan Railway, à New-York. *(Planche XIV.)* Henry Martin (n° 14). 211
Raccord élastique pour conduites métalliques (n° 9) 141
Secours (des prompts) dans les accidents de chemins de fer. P. Redard (n° 6). 87
Simplon et Faucille. Rôle économique d'une nouvelle ligne internationale. Louis Lafitte (n°s 18 et 19). 275, 292
Station centrale d'énergie électrique de Batavia (États-Unis) (n° 14) 214
Surchauffeur de vapeur, système Pielock, pour locomotives (n° 27) 428
Tirefonds Lakhovsky pour les traverses de chemins de fer (n° 7). 107
Traction électrique dans le tunnel de la Mersey. Chemin de fer de Liverpool à Birkenhead. Ch. Dantin (n° 3). 33
Traction électrique par accumulateurs sur les chemins de fer italiens (n° 2) 27
Tunnel en tubes jumelés sous la rivière de Harlem (États-Unis) (n° 26) 412
Viaduc (le) du Viaur, sur la ligne de Carmaux à Rodez. *Planches I et II.* Henry Martin (n°s 1 et 2 . . . . . 1, 17

Pages

Wagon de 50 tonnes, en tôle d'acier emboutie. Ch. Dantin (n° 20) 314
Wagons en bois, de 36 tonnes (n° 8) 123
*Acier moulé (applications de l') aux pièces de locomotives (n° 15) 239
*Adhérence des essieux moteurs de locomotives (dispositifs pour accroître l') (n° 14) 223
*Automotrices à vapeur, système Purrey, pour les Compagnies de Lyon et d'Orléans (n° 23) 365
*Avaries d'essieux du matériel des chemins de fer allemands (n° 17) 270
Bogies à un essieu des chemins de fer de l'Etat danois (n° 15) 239
*Bogies emboutis en acier, pour wagons (n° 6) . . . 95
*Charrue à neige pour chemins de fer (n° 3) 47
*Chaudières de locomotives à foyer tubulaire, système Brotan (n° 20) 318
Chauffage (le) et la ventilation des ateliers de chemins de fer (n° 1) 15
*Chemin de fer (le) de la vallée de l'Hudson (n° 24) . 382
*Chemin de fer (le) électrique souterrain de New-York (n° 4) 62
*Chemin de fer électrique de Berlin à Lichterfelde (n° 9) 143
*Chemin de fer électrique de Wilkesbarre à Scranton (n° 14) 223
*Chemin de fer interurbain entre Columbus et Zanesville (n° 19) 302
*Chemin de fer interurbain de Seattle à Tacoma (E.-U. (n° 10) 159
*Chemin de fer (le) de Zweisimmen à Erlenbach (Suisse) (n° 5) 78
*Chemins de fer (les) d'intérêt local en Autriche et leur future exploitation (n° 18) 286
*Chemins de fer électriques à grande vitesse (le problème des) (n° 15) 238
*Commande électropneumatique des aiguilles et des signaux, système Westinghouse (n° 20) 318
Congrès international de traction (Vienne, 1904) (n° 19) 304
*Construction et exploitation des voies ferrées en rase campagne (n° 16) 254
*Courbes d'accélération de locomotives à vapeur (n° 4) 62
*Éclairage électrique des trains par le système Mc Elroy (n° 7) 110
*Enclenchements provisoires (emploi d') dans les grandes gares (n° 18) 286
*Entretoises réglables des Chemins de fer de l'État danois (n° 17) 271
*Épurateur d'eau d'alimentation pour locomotives (n° 12) 192
*Essieux (nouveau système d') pour chemins de fer (n° 1) 15
*Exploitation électrique des grandes lignes de chemins de fer (n° 1) 15
*Freinage du bogie des locomotives de l'État belge (n° 13) 206
*Freins (commande électrique de) à air comprimé (n° 9) 142
*Gare centrale de triage, à Chicago (n° 14). 223
*Graissage automatique (nouveau mode de) des fusées d'essieux de locomotives (n° 18) 286
*Ligne de Tsingtau à Tsinanfu (Chine) (n° 16) 255
*Ligne métropolitaine nord-sud, à Berlin (n° 22). . . 350
*Lignes interurbaines du nord de l'Ohio (E.-U.) (n° 9). 142
*Locomotive (nouvelle) à grande vitesse (n° 13) . . . 207
*Locomotive américaine (perfectionnements futurs de la) (n° 17). 270
*Locomotive compound à quatre cylindres, des Chemins de fer du Jura-Simplon (n° 2) 30
*Locomotive compound, système Mallet à 6/6 essieux accouplés, des Chemins de fer départementaux (n° 24) 382
Locomotive (essai d'une) française en Angleterre (n° 2) 32
*Locomotive pour service mixte des chemins de fer de l'État belge (n° 25) 398
*Locomotives des Chemins de fer de l'Engadine (Suisse) (n° 20) 318
*Locomotives électriques pour le Chemin de fer de Baltimore et Ohio (n° 21). 334
*Locomotives à fonctionnement mixte, par adhérence et par crémaillère (n° 27) 430
*Moyens de transport (les) à Londres (n° 23). . . . 366
*Perfectionnements apportés à la fixation par crampons des rails aux traverses de chemins de fer (n° 24) 382
*Raccordements à courbure progressive pour voies ferrées (n° 3) 47
*Rendement des locomotives (expériences sur le (n° 7) 110
*Résistance des trains (n° 15) 239
*Système Sprague à motrices multiples, pour la commande des trains électriques (n° 11). 175
*Traction électrique (la) sur les chemins de fer anglais (n° 15) 239
*Traction par moteurs triphasés à haute tension sur le Chemin de fer de la Valteline n° 6 94
*Transformation, par le troisième rail, de la ligne de Baltimore et Ohio (n° 8) 127
*Travaux de défense contre les eaux du Danube, sur les Chemins de fer du nord-ouest de l'Autriche (n° 12) 192
*Tunnel en terrain sablonneux (n° 11) 176
Vapeur surchauffée (la) dans les locomotives (n° 27). 430

CHIMIE INDUSTRIELLE

Pages

Acétylène (l') dissous et ses principales applications. Éclairages portatifs et chalumeaux oxyacétyléniques. A. Janet (n° 12) 180
Aciers au nickel (recherches sur les). Léon Guillet (n°s 1, 2 et 3). 8, 23, 40
Aciers au nickel (nouvelles recherches sur les). Léon Guillet (n° 9). 135
Aciers au manganèse (recherches sur les). Léon Guillet (n°s 17 et 18). 261, 280
Affinage de la fonte par le procédé Talbot. Nouvelles applications de ce procédé (n° 10). 151
Aluminothermie (applications de l') à la coulée de la fonte et de l'acier (n° 20). 317
Catalyse (la) et ses applications (n° 8) 120
Cellulose (fabrique de) et de papier, à Rumford Falls (États-Unis). *(Planche VII.)* (n° 7). . . 104
Ve Congrès international de Chimie appliquée tenu à Berlin, du 2 au 8 juin 1903. Francis Marre (n° 12) 186
Cuve pour la préparation électrolytique du chlore (n° 13). 205
Développement (notes sur quelques procédés de). Révélateurs à la métoquinone. P. Bardy (n° 11). 171
Distillerie de mélasses, à Mexico. *(Planche III.)* (n° 3) 42
Dosage du soufre (appareil pour le) dans le fer et dans l'acier (n° 17) 269
Extraction électrolytique du zinc (n° 8). . . . 124
Grillage du minerai mixte de plomb et de zinc, de Broken Hill (Australie) (n° 21) 333
Peintures à base de zinc (sur la substitution des) aux peintures à base de plomb (n° 9). . 140
Produits toxiques en poudre (manipulation des). Procédé Nauton frères et de Marsac (n° 10). 156
Sucrerie de Ketzin, près de Berlin. *(Planche XVII.)* (n° 17) 264
Traitement des minerais de cuivre à très basse teneur (n° 14). 219
*Aciers au nickel (théorie des) (n° 21). 335
*Alcool chimique (fabrication de l') (n° 6). 95
*Alcool éthylique de bois (fabrication de l') (n° 25). . 399
*Analyse chimique et biologique des eaux (n° 10). . 159
*Borax (industrie du) et de l'acide borique (n° 10). . 159
Carburants (concours de) organisé par l'Automobile-Club de France (n° 10). 160
*Ciments hydrauliques (constitution des) (n° 18). . . 287
*Composition des gaz recueillis dans les mines (n° 17) 271
*Concentration (la) des vins (n° 7) 110
Ve Congrès international de Chimie appliquée : Berlin, 2-8 juin 1903 (n° 2) 32
*Corrosion des tubes métalliques sur les navires (n° 5 80
*Distillation (la) de la houille en Italie (n° 14). . . 223
*Dosage du soufre dans le fer et l'acier ; dosage du titane ; analyse du spath fluor (n° 24). 334
*Éprouvette (nouvelle) à gaz explosifs (n° 1). 15
*Extraits tanniques (l'industrie des) (n° 4). 62
*Industries chimiques (les) au commencement du XXe siècle (n° 14) 223
*Industries électrochimiques (les) dans la région de Niagara Falls (n° 18). 287
*Influence du carbone, de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique sur le fer (n° 8) 127
*Oxydation de l'azote atmosphérique au moyen de l'électricité (n° 8) 127
*Pasteurisation (la) des vins et la lutte antialcoolique (n° 9). 143
*Phosphore (dosage rapide du) d'un acier (n° 14). . . 175
*Pressions (recherches sur les) développées par les explosions d'oxyde de carbone et d'hydrogène mélangés à des gaz inertes (n° 7) 111
*Rapports (les) de la chimie avec l'art de l'Ingénieur (n° 20) 320
*Société américaine d'Électrochimie (réunion annuelle de la) (n° 7). 111
Sublimation des scories dans les hauts fourneaux (n° 21) 335
*Tirage artificiel (du) et de l'usage d'eau pulvérisée au lieu de vapeur dans les chambres de plomb (n° 13) 240
*Traitement des minerais enrichis dans le Rand (n° 27) 431
Volatilisation des chlorures métalliques (n° 23) . . . 364

CONCOURS, CONGRÈS ET EXPOSITIONS

Congrès (le) de l'Automobilisme. F. Drouin (n° 14). 216
Ve Congrès international de Chimie appliquée, tenu à Berlin, du 2 au 8 juin 1903. Francis Marre (n° 12). 186
Salons (les) des Beaux-Arts en 1903, au Grand Palais des Champs-Élysées (n° 6 93
Alcool (concours de dénaturants pour l') en Russie n° 27 432

Digitized by Google

Pages

Automobile (Salon de l'), du Cycle et des Sports (n° 17) 272
Carburants (concours de) organisé par l'Automobile-Club de France (n° 10) 160
*Édification (concours pour l') d'une Caisse d'épargne postale, à Vienne (Autriche) (n° 19) 302
Enveloppe protectrice (concours pour une) contre la projection des éclats, au cas de rupture de meules (Association des Industriels de France) (n° 10 . . . 160
*Façade (concours pour la) du nouveau bâtiment de la gare de Bâle (n° 19) 302
*Conférence de l'Institution of Civil Engineers (n° 14). 224
IIe Congrès international d'Automobilisme : Paris, 15-20 juin 1903 (n° 2) 32
Ve Congrès international de Chimie appliquée : Berlin, 2-8 juin 1903 (n° 2) 32
Congrès international de Laiterie (n° 13) 208
Congrès international de traction (Vienne, 1904) (n° 19) 304
*Convention de Saratoga (la) (n° 25) 400
*Industrie métallurgique (l') à l'Exposition de Düsseldorf (n° 14) 224
*National Electric Light Association (vingt-sixième Convention de la) (n° 14) 224
*Pompes actionnées par le vent (concours pour la construction des) en Angleterre (n° 9) 144
Système d'ascenseurs à bateaux (concours pour un), sur le canal du Danube à l'Oder (n° 13) 208

CONSTRUCTIONS CIVILES

Ateliers de menuiserie de la nouvelle usine de Nüremberg (*Planche XXI.*) (n° 21) 327
Bains publics Karl Müller, à Munich. (*Planche XII.*) (n° 12) 177
Caserne (la nouvelle) de sapeurs-pompiers de la rue Carpeaux. Organisation du Service d'incendie à Paris. (*Planche VI.*) M. Marchand (n° 6) 81
Habitations à bon marché (les) à l'Exposition internationale de l'Habitation (n° 20). . . . 316
Laboratoire (le) d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers. A. Dumas (n° 11) 161
Passerelle en béton armé sur le canal du Midi, à Toulouse. Lieut-Colonel G. Espitallier (n° 19). 297
Prévention des accidents (la) dans les travaux du bâtiment. Paul Razous (n° 23). 359

Ascenseur spiral (nouvel) (n° 25) 396
*Barrages à parements rectilignes (n° 5) 80
*Bâtiment de seize étages en béton armé, à Cincinnati (Ohio, E.-U.) (n° 22) 350
*Béton (sur les gros ouvrages en) (n° 21). 334
*Caisse d'épargne postale (concours pour l'édification d'une), à Vienne (Autriche) (n° 19) 302
*Constructions (calcul des) en ciment armé (n° 16). . 255
*Dépôts (la construction des) de voitures de tramways (n° 1) 16
*Façade du nouveau bâtiment de la gare de Bâle (concours pour la) (n° 19) 302
*Gare centrale de triage à Chicago (n° 14) 223
*Orphelinat (l') de Munich (n° 1) 15
*Usine à gaz de Mariendorf, près Berlin (n° 16 256

CONSTRUCTION DES MACHINES

Appareil micrométrique pour la comparaison des longueurs en bout (n° 15) 237
Dynamomètre de transmission (n° 3) 44
Joint universel, système Williams (n° 8) . . . 125
Machine à planer les tôles (n° 18) 285
Manchon d'accouplement à friction et à griffes (n° 20). 317
Meules à affûter à immersion variable (n° 11). 173
Mise en forme (appareil pour la) des enroulements de dynamos (n° 25) 394
Porte-outil double pour raboteuse (n° 14) . . . 380
Presse à fabriquer les écrous, système Burdict (n° 23). 365
Presse-étoupe à garnitures métalliques (n° 17). 269
Raccords (nouveaux) pour tuyauterie (n° 17) . 268
Soupape automatique, avec commande à distance, pour conduites de vapeur (n° 19) . . 301
Tour à rectifier les essieux montés (n° 14). . . 221
Transmission de mouvement par courroies ou câbles. Enrouleur-débrayeur du capitaine Leneveu. Ch. Dantin (n° 8) 113
Transport par hélices à 200 mètres de distance (n° 5) 74
Wagon de 50 tonnes en tôle d'acier emboutie. Ch. Dantin (n° 20) 314

*Aciers (des) doux et les aciers durs dans la construction (n° 6) 95
*Acier moulé (applications de l') aux pièces de locomotives (n° 15) 289
*Ateliers de construction de machines-outils (n° 5) . 79
*Ateliers Westinghouse, à Manchester (n° 20 319
*Condenseur (le) Ljungstrom (n° 4). 63
*Cylindres à air (calcul des) pour équilibrage des machines à vapeur (n° 8). 128
*Essais (méthodes d') des métaux au moyen de barreaux entaillés (n° 5) 79
*Fabrique de presses d'imprimerie (n° 6) 95
*Filetages (mesure des diamètres extérieurs des) (n° 15) 239
*Garnitures métalliques (les) de presse-étoupes (n° 24) 383
*Industrie américaine (notes sur l') (n° 19) 303
*Laminoir trio universel (n° 20) 319
*Matériel agricole pour les colonies (n° 13) 206
*Meches de forets (travail absorbé par les) (n° 12) . . 192
*Nettoyage des ouvrages métalliques au jet de sable (n° 18) 288
*Pièces pour le montage à la presse (dimensions des) (n° 20) 319
*Pompes actionnées par le vent (concours pour la construction des) en Angleterre (n° 9) 144
*Prix de revient (calcul des) dans les usines de constructions mécaniques (n° 20). 318
*Proportions (des) des cylindres hydrauliques (n° 3). 48
*Travail (le) de l'aluminium (n° 3) 47
*Turbine à vapeur (progrès récents de la) (n° 26) . . 415
*Turbine (la) à vapeur Curtis (n° 2). 31
*Turbines hydrauliques (progrès dans la construction des) (n° 12). 191
*Volants (calcul des) pour machines à accouplement direct (n° 12) 191

CONSTRUCTIONS NAVALES

Drague marine porteuse à godets et à succion, du port de Montevideo. (*Planche IV.*) Ch. Dantin (n° 4). 49
Drague marine porteuse et à refoulement, pour les ports de la Régence de Tunis. (*Planche XVIII.*) Ch. Dantin (n° 18) 273
Paquebot (le) à turbines *The Queen*, du service Calais-Douvres. A. Dumas (n° 14). 209
Paquebot (le) *Kaiser Wilhelm II.* (*Planches XXIII et XXIV.*) J. Bousquet (n°s 23 et 24) 353, 372
Voilier (le) à sept mâts *Thomas W. Lawson* (n° 2) 29

*Bateaux à hélice à faible tirant d'eau (n° 3) 48
*Bigue flottante de 420 tonnes, pour l'arsenal maritime de Norfolk (E.-U.) (n° 23) 366
Chaudières (les) du contre-torpilleur *Arquebuse* (n° 2) 32
*Corrosion des tubes métalliques sur les navires (n° 5) 80
*Feux flottants (les) (n° 19) 303
*Installations électriques à bord de deux cuirassés américains (n° 19) 302
*Installations électriques des chantiers Vulcan (n° 11) 175
*Navires (les) pour la traversée de la Manche (n° 15). 289
Remorqueur (le) *Goliath* (n° 17) 272

ÉLECTRICITÉ

Balance voltamétrique, système Pfanhauser (n° 21). 333
Chemin de fer électrique de Fribourg-Morat-Anet (Suisse). (*Planche IX.*) H. Somach (n° 9) 129
Chemin de fer (le) Métropolitain. (*Correspondance.*) Boutillier (n° 3) 45
Commande électrique pour machines réversibles : laminoirs ou machines d'extraction (n° 16). 253
Dragage de sables aurifères (installation d'un) mû par l'électricité (n° 26) 413
Installation électrique des hauts fourneaux de la Société « Elba » (n° 26) 401
Labourage électrique (état actuel du). Émile Guarini (n° 17) 257
Lunette pyrométrique à réticule thermo-électrique. Ch. Féry (n° 5) 72
Matériel roulant du Manhattan Railway, à New-York. (*Planche XIV.*) Henry Martin (n° 14). 211
Mise en forme des enroulements de dynamos (appareil pour la) (n° 25) 394
Perforatrice électrique à rotation (n° 15) . . . 236
Perforatrice électrique Locke (n° 16) 253
Station centrale d'énergie électrique de Batavia (États-Unis) (n° 14) 214
Télégraphie sans fil (les derniers progrès de la) (n° 4) 59
Traction électrique dans le tunnel de la Mersey. Chemin de fer de Liverpool à Birkenhead. Ch. Dantin (n° 3). 33
Traction électrique par accumulateurs sur les chemins de fer italiens (n° 2) 27
Traction à courant alternatif simple (système électropneumatique de). Ch. Dantin (n° 25). 395
Usine hydro-électrique de Cauvery Falls (Inde). (*Planche XIII.*) F. Drouin (n° 13. 193

*Accumulateurs (les) et leurs emplois actuels (n° 12) 191
*Aciers doux (sur les) employés dans la construction des machines électriques (n° 3). 47
*Aluminium (emploi de l') comme conducteur électrique (n° 27) 431
*Appareils auxiliaires à vapeur et électriques (comparaison entre les) dans les stations centrales (n° 10) 159
*Bobine (la) d'induction (n° 3). 47
*Chargement des fours à sole par des machines à commande électrique (n° 18). 288
*Commande électropneumatique des aiguilles et des signaux, système Westinghouse (n° 20) 318
*Comparaison entre l'électricité et l'air comprimé employés comme force motrice dans les mines (n° 5). 79
*Conditions à imposer (règlement concernant les) dans les contrats d'installations électriques (n° 19). 303
*Contact par troisième rail (n° 14) 175
*Diaphragmes métalliques (emploi des) dans l'électrolyse (n° 4) 63
*Distributions d'énergie électrique pour force motrice (n° 13) 207
*Éclairage électrique des trains par le système Mc Elroy (n° 7). 110
*Économies possibles (les) dans les stations centrales et les systèmes de distribution (n° 23). 367
*Électricité (application de l') aux voitures urbaines (n° 26) 414
*Entreprises municipales (les) d'électricité (n° 7) . . 111
*Exploitation électrique des grandes lignes de chemins de fer (n° 1). 15
*Feeders (calcul des) pour la traction par courant continu (n° 22) 350
*Fours électriques de laboratoire (n° 2) 31
*Freins (commande électrique des) à air comprimé (n° 9) 142
*Grues de ports, à commande électrique (n° 16). . . 256
*Grues électriques pour forges (n° 24). 335
*Halage électrique sur les canaux (n° 14) 224
*Industries électrochimiques (les) dans la région de Niagara Falls (n° 18). 287
*Installation hydro-électrique d'Agnicourt-et-Séchelles, et résultats de son utilisation aux usages agricoles (n° 8) 127
*Installation hydro-électrique pour l'alimentation en eau potable de Marle (Aisne) (n° 5 63
*Installations hydro-électriques (l'étude des) (n° 16) . 255
*Installations électriques à bord de deux cuirassés américains (n° 19). 302
*Installations électriques des chantiers Vulcan (n° 11) 175
*Interrupteurs à hautes tensions (n° 21). 334
*Isolateurs au mica (effet de l'huile sur les) (n° 8) . . 128
*Lecture électrique des mises en cartes pour mécaniques Jacquard et procédés de piquage (n° 5). . . . 78
*Lignes interurbaines du nord de l'Ohio E.-U.) (n° 9) 142
*Locomotives électriques pour le Chemin de fer de Baltimore et Ohio (n° 21) 334
*National Electric Light Association (vingt-sixième Convention de la) (n° 14). 224
*Oxydation de l'azote atmosphérique au moyen de l'électricité (n° 8) 127
*Paliers à billes pour dynamos (n° 22) 351
*Perforatrices électriques (les) (n° 23). 367
*Perte d'énergie (la) dans le fer induit des dynamos (n° 19) 303
*Perte par hystérésis (influence de la chaleur sur la) (n° 14) 223
*Pertes (les) dans les distributions d'électricité (n° 9). 143
*Pompes électriques des égouts de New-Orléans (n° 17) 271
*Recherche électrique des minerais (n° 8) 128
*Régulation des alternateurs (n° 13) 206
*Régulation des moteurs par le champ et par la tension (n° 7) 111
*Rigidité électrostatique des isolants (mesure de la) (n° 26) 414
*Sécurité dans les installations électriques (dispositifs de) (n° 6). 95
*Société américaine d'Electrochimie (réunion annuelle de la) (n° 7). 111
*Station centrale actionnée par des turbines Curtis (n° 22) 351
*Station centrale avec moteurs à pétrole (n° 24). . . 335
*Station centrale de Wimbledon (Angleterre) (n° 20). 318
*Station hydro-électrique des chutes de « Chaudière-River » (Canada) (n° 7) 112
*Stations centrales d'énergie (la construction des) (n° 19) 303
*Système Sprague à motrices multiples pour la commande des trains électriques (n° 11) 175
*Tarifications (influence des) sur l'abaissement du prix de vente de l'énergie électrique (n° 8) 128
*Transformateur (nouveau type de) (n° 22) 350
*Transformation, par le troisième rail, de la ligne Baltimore et Ohio (n° 8 127
*Transformations de l'énergie dans les commutatrices (n° 18) 286
*Transmission électrique à grande distance (difficultés de la) (n° 5). 78
*Transmission électrique à Vancouver (n° 6 95
*Usine électrique à Kansas City (n° 24) 382
*Usine électrique de distribution d'énergie à Bakou (Russie) (n° 18) 287
*Usine électrique de la papeterie d'Albbruck (n° 18). 286
*Usine électrique sud-africaine (n° 22) 350
*Usine électrique (nouvelle) des United Railways de San Francisco (E.-U.) (n° 5). 80

Digitized by Google

Pages

*Usine (nouvelle) de la Corporation de Manchester (n° 15) 239
*Usine pour l'éclairage, la traction et la fabrication de la glace à Hampton (E.-U.) (n° 21) 336
*Usines électriques à Chicago (développement des) (n° 14) 175
*Usines électriques (nouvelles) du Niagara (n° 4) . . 61
*Usines électriques de la Compagnie de Pueblo (n° 16) 255
*Voiture électromobile (la) comme source de revenus pour les stations centrales (n° 20) 318

ENSEIGNEMENT

Cours publics du Conservatoire des Arts et Métiers (n° 27) 429
École Centrale des Arts et Manufactures. Liste, par ordre de mérite, des élèves ayant obtenu le diplôme d'Ingénieur des Arts et Manufactures ou le certificat de capacité (n° 12) . 189
École centrale des Arts et Métiers. Liste, par ordre de mérite, des candidats admis à la suite du concours d'admission, en 1903 (n° 24) 381
Laboratoire d'essais (le) du Conservatoire des Arts et Métiers. A. Dumas (n° 11) 161
Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers. Section des métaux. *(Planches XIX et XX.)* P. Breuil (n°s 19, 20 et 21). 289, 305, 324
Institut national Agronomique. Liste des candidats admis à l'Institut national Agronomique à la suite du concours de 1903 (n° 13) 208
*Instruments de précision (nouveaux) du laboratoire Ryerson (n° 20 320

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

Alcool (l') et sa valeur alimentaire (n° 16) . . 252
Assurances (les) ouvrières allemandes et leurs résultats (n° 8) 123
Canal de Kiel (résultats récents d'exploitation du) (n° 13) 204
Décision de la Commission d'arbitrage de l'anthracite aux États-Unis (n° 1) 12
Habitations à bon marché (les) à l'Exposition internationale de l'Habitation (n° 20) 316
Législation des chutes d'eau (n° 14) 218
Loi (la nouvelle) sur la marine marchande. C. Marquet (n° 4) 56
Sénégal (le) et le port de Dakar Lieut.-Colonel G. Espitallier (n° 16) 241
Simplon et Faucille. Rôle économique d'une nouvelle ligne internationale. Louis Laffitte (n°s 18 et 19) 275, 292
Trafic commercial du bassin du Weser (n° 27). 427

*Acquisitions de mines de charbon par les usines métallurgiques, dans le bassin de la Ruhr (n° 15) . . 239
*Comptabilité industrielle (n° 27) 431
*Crise actuelle de la marine française (causes de la) (n° 21) 336
*Distillation (la) de la houille en Italie (n° 14) . . . 223
*Entreprises (les) municipales d'électricité (n° 7) . . 111
*Forces hydrauliques du versant nord des Alpes (n° 16) 255
*Houille (production de la) et du coke aux États-Unis en 1902 (n° 25) 399
*Industrie américaine (notes sur l') (n° 19) 303
*Industrie (l') du charbon et du fer aux États-Unis (n° 9) 143
*Industrie électrique (développements de l') dans le sud de la Bavière (n° 13). 207
*Industrie métallurgique (l') à l'Exposition de Düsseldorf (n° 14). 224
*Industries chimiques (les) au commencement du XX^e^ siècle (n° 14) 223
Marques de fabrique (circulaire ministérielle relative aux) (n° 19). 304
*Port (le) de Buenos-Aires (n° 5) 79
*Prix de revient (calcul des) dans les usines de constructions mécaniques (n° 20). 318
*Prix (détermination du) des pièces de fonte (n° 7) . 111
*Production (la), la consommation et les prix du cuivre et du plomb (n° 26) 414
*Richesses (les) minérales de la Boukharie et du Turkestan (n° 5) 79
*Systèmes de salaires (comparaison entre les différents (n° 20) 318
*Tarifications (influence des) sur l'abaissement du prix de vente de l'énergie électrique (n° 8) 128
*Voiture électromobile (la) comme source de revenus pour les stations centrales (n° 20) 318

HYDRAULIQUE

Barrages (les) d'Assyout et d'Assouan et le système général des irrigations de l'Égypte. *(Planche XXV.* G. Richou (n°s 24 et 25) 369, 385
Prise d'eau pour la condensation (n° 22) . . . 349

Pages

Régulateurs automatiques de la vitesse de filtration (n° 14) 220
Usine hydro-électrique de Cauvery Falls (Inde). *(Planche XIII.)* F. Drouin (n° 13) 193

*Alimentation d'eau (la nouvelle) de Jersey City (E.-U.) (n° 22) 351
*Amplitude du remous dans les canaux découverts (n° 12) 191
*Barrages à parements rectilignes (n° 5). 89
*Canal de dérivation de la rivière Yazoo, à Vicksburg (États-Unis) (n° 1) 16
*Débit d'un cours d'eau (mesure du) (n° 9) 143
*Élévation de l'eau par l'air comprimé (n° 19). . . . 303
*Emploi de la double filtration pour la purification des eaux destinées à l'alimentation des villes (n° 27) 431
*Étude hydrologique du littoral belge (n° 18) 287
*Forces hydrauliques du versant nord des Alpes (n° 16) 255
*Installation hydro-électrique pour l'alimentation en eau potable de Marle (Aisne) (n° 4) 63
*Installations hydro-électriques (l'étude des) (n° 16) . 255
Pitomètre (emploi du) à la mesure du débit des conduites d'eau (n° 24) 380
*Pompes électriques des égouts de New-Orléans (n° 17) 271
*Proportions (les) des cylindres hydrauliques (n° 3) . 48
*Rendement des roues tangentielles (n° 22) 351
*Turbines hydrauliques (progrès dans la construction des) (n° 12). 191
Usine élévatoire de Bridgeport (États-Unis) (n° 24). . 379

HYGIÈNE

Alcool (l') et sa valeur alimentaire (n° 16) . . 252
Appareil à inhalation d'oxygène (n° 11). . . . 173
Bains publics Karl Müller, à Munich. *(Planche XII.)* (n° 12) 177
Désinfection des navires. Destruction des rats (n° 10). 154
Égouts du système unitaire et du système séparatif (avantages et inconvénients des) (n° 16) 251
Installation frigorifique du College médical de Cornell (E.-U.) (n° 5) 75
Machine à laver et à balayer les rues (n° 18) . 283
Peintures à base de zinc (sur la substitution des) aux peintures à base de plomb (n° 9) . 140
Produits toxiques en poudre (manipulation des). Procédé Nauton frères et de Marsac (n° 10) . 156
Secours (des prompts) dans les accidents de chemins de fer. P. Redard (n° 6). 87
Stérilisateur domestique (n° 19) 300

*Bureaux de dessin (les) (n° 20) 320
*Désinfection des bateaux par la sulfuration (n° 23) . 367
*Desséchement des marécages en Russie (n° 11) . . . 175
*Déversement des égouts (effets du) dans les fleuves (n° 1). 15
*Eaux (analyse chimique et biologique des) (n° 10) . 159
*Emploi de la double filtration pour la purification des eaux destinées à l'alimentation des villes (n° 27) 431
Enveloppe protectrice (concours pour une) contre la projection des éclats au cas de rupture de meules (Association des Industriels de France) (n° 10). . . 160
*Étude hydrologique du littoral belge (n° 18) 287
*Installation hydro-électrique pour l'alimentation en eau potable de Marle (Aisne) (n° 4). 63
*Irrigation de la plaine de la Hart par les eaux d'égout de Mulhouse (n° 2) 30
*Pétrolage et goudronnage des routes (n° 6). 96
*Réfrigération (la) à bord des navires (n° 10) 160
*Règlements de New-York contre les moustiques et la prophylaxie de la malaria (n° 23). 367
*Travaux d'assainissement à Chicago (n° 9). 143

INDUSTRIES TEXTILES

Manufacture de draps (la) de Villeneuvette (Hérault). Francis Marre (n° 27). 420
Protection contre le saut de la navette dans les métiers à tisser. H. Mamy (n°s 7 et 8) . 105, 118

*Lecture électrique des mises en cartes pour mécaniques Jacquard et procédés de piquage (n° 5). . . . 78

JURISPRUDENCE ET LÉGISLATION

Accidents du travail (les) dans les entreprises françaises aux colonies et à l'étranger. Louis Rachou (n° 9) 139
Accidents du travail (les) dans les industries multiples. Louis Rachou (n° 17) 268
Accidents du travail (le traitement des). Louis Rachou (n° 6). 91
Accidents (les) survenus en dehors du temps et du lieu du travail. Louis Rachou (n° 19). 300
Clauses (les) attributives de juridiction sur les factures. Louis Rachou (n° 23) 364

Pages

Décision de la Commission d'arbitrage de l'anthracite aux États-Unis (n° 1) 12
Durée de la journée de travail (détermination de la). Louis Rachou (n° 20). 315
Faits (les) de pression patronale dans les élections. Louis Rachou (n° 27) 427
Industries (les) incommodes. Louis Rachou (n° 8) 121
Législation (la) des chutes d'eau (n° 14). . . . 218
Loi (la nouvelle) sur la marine marchande. C. Marquet (n° 4). 56
Responsabilité (de la) des accidents du travail dans les établissements hospitaliers ou de bienfaisance. Louis Rachou (n° 2) 28
Responsabilité (de la) des communes à raison des faits de grève. Louis Rachou (n° 24) . . 379
Responsabilités (répartition des) entre architectes et entrepreneurs. Louis Rachou (n° 7). 107
Subventions publiques (les) aux entreprises privées. Louis Rachou (n° 26) 410
Brevets d'invention (arrêté ministériel relatif aux) (n° 19) 304
Marques de fabrique (circulaire ministérielle relative aux) (n° 19). 304
*Règlements de New-York contre les moustiques et la prophylaxie de la malaria (n° 23) 367

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Ciment (avantages d'une meilleure pulvérisation du) (n° 10). 156
Ciment (ensachage mécanique du) (n° 12). . . 188
Séchage des bois (dispositif pour le) (n° 6) . . 92

*Béton (sur les gros ouvrages en) (n° 21) 334
*Ciment de laitier (progrès réalisés dans l'industrie du) (n° 10) 159
*Ciment de Portland (le) et les scories de hauts fourneaux (n° 18). 287
*Ciments hydrauliques (constitution des) (n° 18) . . 287
*Ciments (essais des) (n° 20) 320
*Matériaux réfractaires pour les fours industriels (choix des) (n° 17). 271
*Mélangeurs à béton (étude sur les) (n° 25) 399
*Mortiers (décomposition des) par les eaux chargées de sulfate de chaux (n° 2) 31
*Pierres de taille (l'emploi des) dans les murs de soutènement (n° 19) 302
*Produit réfractaire (un nouveau) : le siloxicon (n° 3) 44

MÉCANIQUE

Ateliers de menuiserie de la nouvelle usine de Nüremberg *(Planche XXI.)* (n° 21) 327
Chargement du charbon sans production de poussier (n° 11). 173
Chargement mécanique du charbon sur les locomotives, à Fond-du-Lac (E.-U.) (n° 4) . 61
Cellulose (fabrique de) et de papier, à Rumford Falls (États-Unis). *(Planche VII.)* (n° 7). 104
Classeur de minerais Mac Dermott (n° 5) . . . 77
Commande électrique pour machines réversibles : laminoirs ou machines d'extraction (n° 16). 253
Condensations (les) centrales à l'Exposition de Düsseldorf. *(Planche V.)* P.-F. Dujardin (n° 5). 65
Désagrégateur de terrains, système Pawel (n° 5) 77
Dynamomètre de transmission (n° 3). 44
Dynamomètre de transmission (n° 21) 332
Ensachage mécanique du ciment (n° 12) . . . 188
Équilibrage des machines. H. Brillié (n°s 4, 5 et 6) 51, 69, 85
Haveuses mécaniques employées dans les mines de houille. J. Rosset (n°s 10, 11 et 12). 149, 170, 182
Joint universel, système Williams (n° 8) . . . 125
Machine à laver et à balayer les rues (n° 18). 283
Machine à planer les tôles (n° 18) 285
Machine à vapeur à un seul tiroir rotatif, système Francke (n° 1). 13
Machine pour l'enroulement des barres de cuivre (n° 24) 378
Machine pour le rodage des robinets (n° 6) . . 91
Manchon d'accouplement à friction et à griffes (n° 20). 317
Meules à affûter, à immersion variable (n° 11). 173
Porte-outil double pour raboteuse (n° 24) . . 380
Presse à fabriquer les écrous, système Burdiet (n° 23). 365
Presse-étoupe à garnitures métalliques (n° 17 . 269
Protection contre le saut de la navette dans les métiers à tisser. H. Mamy (n°s 7 et 8). 105, 118
Raccord élastique pour conduites métalliques (n° 9) 141
Raccords (nouveaux) pour tuyauteries (n° 17 . 268

Digitized by Google

Pages

Soupape automatique, avec commande à distance, pour conduites de vapeur (n° 19) . . 301
Tachygraphe Karlik (n° 18) 282
Tour à rectifier les essieux montés (n° 14) . . . 221
Transmissions de mouvement par courroies aux câbles. Enrouleur-débrayeur du capitaine Leneveu. Ch. Dantin (n° 8) 113
Transporteurs aériens (appareils pour) (n° 12). 187
Transport par hélices à 200 mètres de distance (n° 5) 74

*Aciers (les) doux et les aciers durs dans la construction (n° 6) 95
*Adhérence des essieux moteurs des locomotives (dispositifs pour accroître l') (n° 14) 223
*Appareils auxiliaires à vapeur et électriques (comparaison entre les) dans les stations centrales (n° 16). 159
*Ateliers de construction de machines-outils (n° 5). 79
*Ateliers pour l'entretien du matériel de tramways, à Rochester (n° 4) 64
*Ateliers Westinghouse, à Manchester (n° 20) 319
*Calcul des constructions en ciment armé (n° 16) . . 255
*Calibrage des cylindres de laminoirs (n° 21) 335
Chaudières (les) du contre-torpilleur *Arquebuse* (n° 2). 32
*Commande électropneumatique des aiguilles et des signaux, système Westinghouse (n° 20) 318
*Comparaison entre l'électricité et l'air comprimé, employés comme force motrice dans les mines (n° 5) 79
*Courbes d'accélération de locomotives à vapeur (n° 4). 62
*Cylindres (calcul des) à air pour équilibrage des machines à vapeur (n° 8) 128
*Détermination statique des efforts subis par les poutres (n° 4) 63
*Diagrammes (recherche des) des réactions d'appuis, des efforts tranchants et des moments fléchissants (n° 17) 272
*Dimensions des pièces pour le montage à la presse (n° 20) 319
*Éclatement des meules d'émeri (l') (n° 26) 415
*Élévation de l'eau par l'air comprimé (n° 19) 301
*Enclenchements provisoires employés dans les grandes gares (n° 18) 286
*Enlèvement de la matière par meulage (n° 21) . . . 335
Enveloppe protectrice (concours pour une) contre la projection des éclats, au cas de rupture de meules (Association des Industriels de France) (n° 10). . . 160
*Essais (méthode d') des métaux au moyen des barreaux entaillés (n° 5) 79
*Excavateurs et dragues modernes (n° 3). 48
*Fabrique de presses d'imprimerie (n° 6) 95
*Filetages (mesure des diamètres extérieurs des) (n° 15). 239
*Freins (commande électrique des) à air comprimé (n° 9) 142
*Grues de ports, à commande électrique (n° 16) . . . 256
*Grues électriques pour forges (n° 24). 335
*Halage électrique sur les canaux (n° 14) 224
*Indicateurs de tirage pour foyers de chaudières (n° 9) 144
*Laminoirs (installation de deux trains de) commandés par la même machine (n° 7) 111
*Laminoir trio universel (n° 20) 319
*Lecture électrique des mises en cartes pour mécaniques Jacquard et procédés de piquage (n° 5). . . 78
*Machine d'extraction (la) (n° 21) 335
*Machine verticale à aléser et tourner jusqu'à 18 mètres de diamètre (n° 24) 383
*Machines d'extraction (les) à l'Exposition de Düsseldorf (n° 3) 48
*Manutention de 160 tonnes de charbon à l'heure (n° 13) 207
*Paliers à billes pour dynamos (n° 22) 351
*Pompes actionnées par le vent (concours pour la construction des) en Angleterre (n° 9). 144
*Ponts suspendus (emploi de cables ou de chaines) pour la construction des (n° 9). 144
*Poutres droites continues (théorie des) reposant sur plusieurs appuis (n° 20) 319
*Pressions (recherches sur les) développées par les explosions d'oxyde de carbone et d'hydrogène mélangés à des gaz inertes (n° 7) 111
*Proportions les des cylindres hydrauliques (n° 3). 48
*Régulateurs (sur la théorie des) des machines à vapeur (n° 1) 16
*Rendements des chaudières (n° 16). 256
*Rendement des locomotives (expériences sur le) (n° 7) 110
*Résistance des trains (n° 15) 239
*Résistance des volants (calcul de la) au point de vue des efforts tangentiels (n° 23) 367
*Ressorts (les) et l'acier à ressorts (n° 22) 351
*Roues à rayons sans soudure (n° 13). 207
*Roues en acier sans soudure (n° 5 79
*Tensions (recherche des) dans les pièces non rectilignes (n° 14) 224
*Travail absorbé par les mèches de forets (n° 12) . . 192
*Travail (le) de l'aluminium (n° 3 47
*Usine de production d'énergie, avec tirage mécanique (n° 3). 47
*Usine de ponts et constructions métalliques, à Steelton (Pennsylvanie) (n° 25). 399
Variations de flèche et de tension dans les lignes aériennes (n° 27) 431
*Volants (calcul des) pour machines à accouplement direct (n° 12) 191

MÉTALLURGIE

Pages

Accidents dans la marche des hauts fourneaux (n° 15). 236
Aciers au manganèse (recherches sur les). Léon Guillet (n°s 17 et 18). 261, 280
Aciers au nickel (recherches sur les). Léon Guillet (n°s 1, 2 et 3). 8, 23, 40
Aciers au nickel (nouvelles recherches sur les). Léon Guillet (n° 9). 134
Affinage de la fonte par le procédé Talbot. Nouvelles applications de ce procédé (n° 10). . . 151
Aluminothermie (applications de l') à la coulée de la fonte et de l'acier (n° 20). 317
Classeur de minerais Mac Dermott (n° 5) . . . 77
Dragage de sables aurifères mû par l'électricité (installation d'un) (n° 26) 413
Essieux en acier comprimé (fabrication des) (*Planche XI*) (n° 11). 166
Extraction électrolytique du zinc (n° 8). . . . 124
Ferrophosphore (fabrication et emploi du) et du phosphomanganèse (n° 7). 109
Grillage du minerai mixte de plomb et de zinc, de Broken Hill (Australie) (n° 21). . . 333
Minerais de cuivre (traitement des) à très basse teneur (n° 14). 219
Moules de fonderie permanents (n° 26). . . . 411
Plaques cémentées (essais récents de) (1902-1903). L. Baclé (n° 16) 247
Procédé Edison pour la séparation de l'or à sec (n° 26). 412
Soudure (la) autogène des métaux. Soudure au chalumeau oxyacétylénique. André Binet (n° 4) 54
Soudure autogène des métaux (*Correspondance*). E. Demenge et A. Binet (n° 10) . . . 157
Valves (nouvelles) pour fours à récupérateurs (n° 25). 396

*Acier (dosage rapide du phosphore d'un) (n° 11). . . 175
*Acier-nickel (l') (n° 23) 367
*Aciers au nickel (théorie des) (n° 24). 335
*Aciers au nickel (sur la théorie des) (n° 25). . . . 399
*Aciers au nickel (contribution à la théorie des) (n° 27) 431
*Aciers (recherches sur la dilatation des) aux températures élevées (n° 11) 176
*Aciers commerciaux (classification des) (n° 7). . . . 111
*Aciers doux (sur les) employés dans la construction des machines électriques (n° 3). 47
*Aciers (les) doux et les aciers durs dans la construction (n° 6). 95
*Chargement des fours à sole par des machines à commande électrique (n° 18). 288
*Coke de four et coke de cornue (comparaison entre les) (n° 13). 207
*Cylindres de laminoirs (calibrage des) (n° 21). . . 335
*Cylindres de laminoirs (profils des) n° 2) 31
*Essieux (nouveau système d') pour chemins de fer (n° 1). 15
*Explosions de hauts fourneaux par suite de précipitation des charges (n° 16) 256
*Explosions produites à la suite d'obstructions dans les hauts fourneaux (n° 12). 192
*Gazogènes (progrès des) au point de vue thermique (n° 1). 63
*Industrie (l') du charbon et du fer aux États-Unis (n° 9). 143
*Industrie métallurgique (l') à l'Exposition de Düsseldorf (n° 14). 224
*Influence du carbone, de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique sur le fer (n° 8) 127
*Laminage (le) à froid de l'acier (n° 25). 400
*Laminoir trio universel (n° 20) 319
*Laminoirs (installation de deux trains de) commandés par la même machine (n° 7) 111
*Matériaux réfractaires (choix des) pour les fours industriels (n° 17). 271
*Métallurgie (la) du nickel en 1902 (n° 5). 79
*Perfectionnements et conduite des fours à coke (n° 27) 432
*Prix (détermination du) des pièces de fonte (n° 7). . 111
*Résistance des coquilles de moulage (n° 1). 16
*Ressorts (les) et l'acier à ressorts (n° 22 351
*Roues en acier, sans soudure (n° 5) 79
*Roues à rayons sans soudure (n° 13). 207
*Sublimation des scories dans les hauts fourneaux (n° 21) 335
*Traitement des minerais d'or à Kalgoorlie (n° 24). . 383
*Traitement des minerais enrichis dans le Rand (n° 27). 431
Volatilisation des chlorures métalliques (n° 24) . . . 364

MINES

Chargement du charbon sans production de poussier (n° 11). 173
Embouage (l') comme méthode de remblayage. H. Schmerber (n° 15) 272
Gisements (les) de minerais de fer du nord-ouest de l'Afrique (n° 14) 220
Haveuses mécaniques employées dans les mines de houille. J. Rosset (n°s 10, 11 et 12). 149, 170, 182
Lampe de mineur à acétylène (n° 19). 301
Locomotives à benzine pour mines grisouteuses. H. Schmerber (n° 1). 11
Perforatrice électrique à rotation (n° 15) . . . 236
Perforatrice électrique Locke (n° 16) 253

*Acquisitions de mines de charbon par les usines métallurgiques, dans le bassin de la Ruhr (n° 13). . . 239
*Bassin houiller (le) du Nord de la Belgique (n° 6). . 96
*Comparaison entre l'électricité et l'air comprimé, employés comme force motrice dans les mines (n° 5). 79
*Consolidation des anciennes carrières, à Paris (n° 22) 351
*Dépôts minéraux (sur la formation des) (n° 18). . . 288
*District diamantifère (le) de la rivière du Vaal (n° 25) 400
*District minier (le) limitrophe de la Colombie anglaise (n° 23) 368
*Épuisement des mines au moyen des caisses à eau (n° 6). 95
*Extraction aux grandes profondeurs (n° 2) 31
*Extraction de l'or en Australie pendant l'année 1902 (n° 13) 207
*Gaz naturel (le) en Angleterre (n° 18) 288
*Gaz recueillis dans les mines (composition des) (n° 17). 271
*Gisements (les) de cuivre de Butte (Montana, E.-U.) (n° 4). 63
*Industrie (l') du charbon et du fer aux États-Unis (n° 9). 143
*Lavage des charbons (n° 7) 111
*Machine d'extraction (la) (n° 21). 335
*Machines (les) de mines (n° 27) 432
*Machines d'extraction (les) à l'Exposition de Düsseldorf (n° 3) 48
*Méthodes (les) d'exploitation au Klondyke (n° 3). . 47
*Mines de diamants de Kimberley (n° 20) 319
*Or (exploitation de l') à Zaruma (Équateur) (n° 21). 336
*Perforatrices électriques (les) (n° 23). 367
*Placers (les) aurifères de la Sibérie (n° 2). 31
*Recherche électrique des minerais (n° 8). 128
*Richesses (les) minérales de la Boukharie et du Turkestan (n° 5) 79
*Séparateurs magnétiques d'étain et de tungstène aux mines de Gunnislake (Cornouailles) (n° 26) 415
*Terrains sédimentaires anciens du district d'Iglesias (Sardaigne) (n° 20). 319

NAVIGATION

Canal (le projet de) de la Baltique à la mer Noire (n° 6) 93
Canal de Kiel (résultats récents d'exploitation du) (n° 13). 204
Développement (le) du commerce sur les Grands Lacs de l'Amérique du Nord (n° 24) 376
Loi (la nouvelle) sur la marine marchande. C. Marquet (n° 4). 56
Moteurs à pétrole (les) à bord des voiliers de pêche. C. Birault (n° 27) 423
Port (le) de Londres (n° 7). 108
Paquebot (le) à turbines *The Queen*, du service Calais-Douvres. A. Dumas (n° 14). 209
Paquebot (le) *Kaiser Wilhelm II.* (*Planches XXIII et XXIV.*) J. Bousquet (n°s 23 et 24) 353, 372
Sénégal (le) et le port de Dakar. Lieut.-Colonel G. Espitallier (n° 16). 241
Voilier (le) à sept mâts *Thomas W. Lawson* (n° 2) 29

*Amélioration des docks de Liverpool (n° 27) 432
*Barrages sur la Vienne, à Weidlingau (n° 16) 255
*Bateaux à hélice à faible tirant d'eau (n° 3). . . . 48
*Canal (projet de) du Danube à l'Oder (n° 16) 256
*Canalisation de l'Elbe et de la Moldau, en 1902 (n° 17) 272
*Canaux (les) de la région des lacs, en Russie (n° 10). 160
*Chronographe employé dans les sondages du Danube (n° 8). 128
*Conditions hydrologiques (les) de la Vistule, entre Cracovie et Niepolomice (n° 22). 351
*Crise actuelle de la marine française (causes de la (n° 21) 336
*Feux flottants (les) (n° 19). 303
*Halage électrique sur les canaux (n° 14) 224
*Moteurs américains pour embarcations (n° 18) . . . 287
*Navires (les) pour la traversée de la Manche (n° 15 . 239
*Océanographie (l') (n° 26). 415
*Port (le) de Buenos-Aires (n° 5) 79
Remorqueur (le) *Goliath* (n° 17) 272

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Accidents dans la marche des hauts fourneaux (n° 15). 236
Acétylène (l') dissous et ses principales applications. Éclairages portatifs; chalumeaux oxyacétyléniques. A. Janet (n° 12) 180
Alcool (l') et sa valeur alimentaire (n° 16). . . 252

Digitized by Google

Pages

Aluminothermie (applications de l') à la coulée de la fonte et de l'acier (n° 20). 317
Appareil à inhalation d'oxygène (n° 11). . . . 173
Appareil micrométrique pour la comparaison des longueurs en bout (n° 15) 237
Balance voltamétrique, système Pfanhauser (n° 21). 333
Chalumeau (le) oxyacétylénique. Ed. Fouché (n° 22). 340
Ciment (avantages d'une meilleure pulvérisation du) (n° 10). 156
Classeur de minerais Mac Dermott (n° 5). . . 77
Condensations centrales (les) à l'Exposition de Düsseldorf. (*Planche V.*) P.-F. Dujardin (n° 5) 65
Condenseur de vapeur d'échappement (n° 8) . 125
Conservation et entretien des bois, et en particulier des manches d'outils (n° 22). 348
Cuve pour la préparation industrielle du chlore (n° 13). 205
Désinfection des navires. Destruction des rats (n° 10). 154
Développement (notes sur quelques procédés de). Révélateurs à la métoquinone. P. Bardy (n° 11). 171
Doseur-mélangeur de gaz. Application à l'acétylène et à l'air. André Binet (n° 13). . . . 200
Éclairage au gaz par incandescence (les nouveaux appareils d'). H. Guérin (n° 9). . . . 136
Éclairage des voitures de chemins de fer au moyen de l'incandescence par le gaz (n° 17). 265
Éclissage des rails, système Falk (n° 10). . . . 155
Essai des matériaux (appareils pour la mesure des allongements dans l') (n° 13). 205
Incandescence (l') par le gaz. Ch. Féry (n° 15). 234
Installation frigorifique du Collège médical de Cornell (E.-U.) (n° 5) 75
Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers. Section des métaux. (*Planches XIX et XX.*) P. Breuil (n°s 19, 20 et 21) 289, 305, 324
Lampe de mineur à acétylène (n° 19). 301
Locomotives à benzine pour mines grisouteuses. H. Schmerber (n° 1) 11
Locomotives compound à trois cylindres, de la Compagnie du Midland. (*Planche XV.*) R. Bonnin (n° 15). 225
Lunette pyrométrique à réticule thermo-électrique. Ch. Féry (n° 5) 72
Machine à vapeur à un seul tiroir rotatif, système Francke (n° 1). 13
Machine pour le rodage des robinets (n° 6) . . 91
Manipulation des produits toxiques en poudre. Procédé Nauton frères et de Marsac (n° 10) . 156
Maréosiphon (le) (n° 5) 76
Meules d'émeri (emploi des) (n° 27) 429
Moteur à gaz compound, système Butler (n° 1) 13
Moteur à pétrole Mietz et Weiss, pour machines marines (n° 23). 365
Moteurs à pétrole (les) à bord des voiliers de pêche. C. Brault (n° 27) 423
Presse-étoupe à garnitures métalliques (n° 17). 269
Prise d'eau pour la condensation (n° 22) . . . 349
Procédé pour obturer les fissures d'un cylindre de fonte (n° 22). 349
Protection contre le saut de la navette dans les métiers à tisser. H. Mamy (n°s 7 et 8). . 105, 118
Réservoir dégraisseur réchauffeur d'eaux de condensation (n° 27) 429
Radioscopie stéréoscopique (la) (n° 23) 362
Régulateurs automatiques de la vitesse de filtration (n° 14) 220
Rendement lumineux des lampes à pétrole (de l'augmentation du) (n° 18) 284
Résistance des meules d'émeri et de carborundum (n° 13) 201
Séchage des bois (dispositif pour le) (n° 6) . . 92
Soudure (la) autogène des métaux. Soudure au chalumeau oxyacétylénique. André Binet (n° 4) 54
Soudure autogène des métaux (*Correspondance*). E. Demenge et A. Binet (n° 10). 157
Stérilisateur domestique (n° 19) 300
Sucrerie de Ketzin, près de Berlin. (*Planche XVII.*) (n° 17) 264
Surchauffe de la vapeur (état actuel de la théorie de la). Hermann Bernard (n° 13). . . . 198
Surchauffe de la vapeur (contribution à l'étude de la) (n° 14). 219
Surchauffeur de vapeur, système Pielock, pour locomotives (n° 27) 428
Surchauffeurs de vapeur (nouveaux types de). (*Planche XVI.*) (n° 16). 249
Tachygraphe Karlik (n° 18) 282
Vidange automatique des réservoirs contenant des liquides inflammables (n° 9) 141

Pages

*Appareils auxiliaires à vapeur et électriques (comparaison entre les) dans les stations centrales (n° 10) 159
*Avaries occasionnées par la présence de corps gras dans un générateur à vapeur (n° 3) 48
*Bobine (la) d'induction (n° 3) 47
*Chauffage (le) et la ventilation des ateliers de chemins de fer (n° 1). 15
*Chronographe employé dans les sondages du Danube (n° 8). 128
*Coke de four et coke de cornue (comparaison entre le) (n° 13). 207
*Condenseur (le) Ljungstrom (n° 4). 63
*Corrosion des tubes métalliques sur les navires (n° 5). 80
*Cylindres à air (calcul des) pour équilibrage des machines à vapeur (n° 8) 128
*Débit d'un cours d'eau (mesure du) (n° 9) 143
*Diaphragmes métalliques (emploi des) dans l'électrolyse (n° 4) 63
*Dilatation des aciers (recherches sur la) aux températures élevées (n° 11). 176
*Distillation (la) de la houille en Italie (n° 14) . . . 223
*Éclairage à l'incandescence par l'acétylène du phare de Chassiron (n° 11). 176
*Élévation de l'eau par l'air comprimé (n° 19) . . . 303
*Engrais (propriétés physiques et mécaniques des). (n° 11) 175
*Enlèvement de la matière par meulage (n° 21) . . . 335
*Épurateur d'eau d'alimentation pour locomotives (n° 12) 192
*Épuration (l') de l'eau d'alimentation des locomotives, aux États-Unis n° 26). 415
*Épuisement des mines au moyen des caisses à eau (n° 6). 95
*Essais sur des éprouvettes en cuivre, soumises à un chauffage prolongé (n° 7) 112
*Explosions de hauts fourneaux, par suite de précipitation des charges (n° 16) 256
*Explosions produites à la suite d'obstructions dans les hauts fourneaux (n° 12). 192
*Fours électriques de laboratoire (n° 2). 31
*Fumée (la) et la détermination de sa densité (n° 13). 207
*Gaz à l'eau (emploi du) dans les usines à gaz d'éclairage (n° 22). 352
*Gazogènes (progrès des) au point de vue thermique (n° 4). 63
*Graissage automatique (nouveau mode de) des fusées d'essieux de locomotives (n° 18). 286
*Huile (effet de l') sur les isolateurs au mica (n° 8). 128
*Indicateurs de tirage pour foyers de chaudières (n° 9). 144
*Installation hydro-électrique pour l'alimentation en eau potable de Marle (Aisne) (n° 4) 63
*Instruments de précision (nouveaux) du laboratoire Ryerson (n° 20). 320
*Matériaux réfractaires (choix des) pour les fours industriels (n° 17) 271
*Moteurs à gaz compound (n° 7) 112
*Moteurs à alcool et moteurs Diesel (recherches sur les) (n° 11) 175
*Moteurs Diesel (construction et emploi des types récents de) (n° 22). 352
*Moteurs américains pour embarcations (n° 18) . . . 287
*Nettoyage des ouvrages métalliques au jet de sable (n° 18) 288
*Obtention (l') et la mesure des très basses températures) (n° 20) 319
*Perfectionnements et conduite des fours à coke (n° 27) 432
*Perte par hystérésis (influence de la chaleur sur la) (n° 14) 223
*Préparations microscopiques (n° 22). 352
*Produit réfractaire (un nouveau) : le siloxicon (n° 3) 44
*Propriétés (les) physiques des métaux, déterminées au point de vue de l'équation de Van der Waals (n° 18) 288
*Propriétés optiques et électriques des métaux (n° 23). 368
*Réchauffeurs d'eau d'alimentation (n° 18) 288
*Réfrigération (la) à bord des navires (n° 10) . . . 160
*Régulateurs (sur la théorie des) des machines à vapeur (n° 1) 16
*Rendement des chaudières (n° 16). 256
*Surchauffe (la) de la vapeur (n° 15). 240
*Surchauffeur Cruse (le) (n° 20) 320
*Téléchirographe Gruhn (le) (n° 15) 240
*Télémètre stéréoscopique Karl Zeiss (n° 12). 192
*Tirage artificiel (du) et de l'usage d'eau pulvérisée au lieu de vapeur dans les chambres de plomb (n° 15). 240
*Travaux scientifiques (les) de la station frigorifique d'expériences de Munich (n° 17) 271
*Turbine (la) à vapeur Curtis (n° 2). 31
*Turbine à vapeur Parsons (n° 21) 335
*Turbine à vapeur (les progrès récents de la) (n° 26). 415
*Turbines hydrauliques (progrès dans la construction des) (n° 12) 191
*Usine à gaz de Mariendorf, près de Berlin (n° 16). . 256
*Usine de production d'énergie, avec tirage mécanique (n° 3) 47
*Usine (nouvelle) de la Corporation de Manchester (n° 15) 239
*Usine pour l'éclairage, la traction et la fabrication de la glace, à Hampton (E.-U.) (n° 21). 336
*Vapeur surchauffée (la) (n° 24) 383

Pages

*Vapeur surchauffée (emploi de la) dans les turbines à vapeur (n° 5) 79
*Vapeur surchauffée (progrès dans l'emploi de la) (n° 20) 319
*Vapeur surchauffée (la) dans la locomotive (n° 27) . 430

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Essai des matériaux (appareils pour la mesure des allongements dans l') (n° 13). 205
Essais récents de plaques cémentées (1902-1903). L. Baclé (n° 16) 247
Essieux en acier comprimé (fabrication des). (*Planche XI.*) (n° 11) 166
Laboratoire (le) d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers. A. Dumas (n° 11). 161
Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers. Section des métaux (*Planches XIX et XX.*) P. Breuil (n°s 19, 20 et 21) 289, 305, 324
Meules à affuter à immersion variable (n° 11). 173
Meules d'émeri (résistance des) et de carborundum (n° 13) 201
Meules d'émeri (emploi des) (n° 27). 429
Pavage avec fondation en béton armé (n° 2). . 29
*Aciers commerciaux (classification des) (n° 7). . . . 111
*Avaries d'essieux du matériel des chemins de fer allemands (n° 17) 270
*Avaries occasionnées par la présence de corps gras dans un générateur de vapeur (n° 3) 48
*Barrages à parements rectilignes (n° 5). 80
*Brise-lames (affaissement d'un) à Buffalo (E.-U.) (n° 2). 31
*Constructions (calcul des) en ciment armé (n° 16). . 255
*Diagrammes (recherches des) des réactions d'appuis, des efforts tranchants et des moments fléchissants (n° 17) 272
*Enlèvement de la matière par meulage (n° 21) . . . 335
*Essais des ciments (n° 20) 320
*Essais (méthodes d') des métaux au moyen de barreaux entaillés (n° 5) 79
*Essais sur des éprouvettes en cuivre soumises à un chauffage prolongé (n° 7). 112
*Mèches de forets (travail absorbé par les) (n° 12) . . 192
*Pierres de taille (emploi des) dans les murs de soutènement (n° 19). 302
*Poutres en béton armé (calcul des) à armature double (n° 16) 255
*Proportions (les) des cylindres hydrauliques (n° 3). 48
*Rails (durée des) de tramways (n° 7). 112
*Résistance des coquilles de moulage (n° 4) 16
*Tensions (recherche des) dans les pièces non rectilignes (n° 14). 224

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences. Extraits des comptes rendus des séances.

Séance du 20 avril 1903 (n° 1). . . . 14
— 27 — — (n° 2). . . . 30
— 4 mai — (n° 3). . . . 46
— 11 — — (n° 4). . . . 62
— 18 — — (n° 5). . . . 78
— 25 — — (n° 6). . . . 94
— 2 juin — (n° 7). . . . 110
— 8 — — (n° 8). . . . 126
— 15 — — (n° 9). . . . 142
— 22 — — (n° 10). . . . 158
— 29 — — (n° 11). . . . 174
— 6 juillet — (n° 12). . . . 190
— 13 — — (n° 13). . . . 206
— 20 — — (n° 14). . . . 222
— 27 — — (n° 15). . . . 238
— 3 août — (n° 16). . . . 254
— 10 — — (n° 17). . . . 270
— 17 — — (n° 18). . . . 286
— 24 — — (n° 19). . . . 302
— 31 — — (n° 20). . . . 318
— 7 septembre — (n° 21). . . . 334
— 14 — — (n° 22). . . . 350
— 21 — — (n° 23). . . . 366
— 28 — — (n° 24). . . . 382
— 5 octobre — (n° 25). . . . 398
— 12 — — (n° 26). . . . 414
— 19 — — (n° 27). . . . 430

Association internationale des Méthodes d'essais des matériaux de construction.

Séance du 30 mai 1903 (n° 8). 127

Société des Ingénieurs civils. Extraits des comptes rendus des séances.

Séance du 17 avril 1903 (n° 1) 14
— 1er mai — (n° 3) 46
— 15 — — (n° 6) 94
— 5 juin — (n° 8) 126

Digitized by Google

Pages

Séance du 19 juin 1903 (n° 10) 158
— 3 juillet — (n° 12) 190
— 17 — — (n° 14) 222
— 2 octobre — (n° 25) 398
— 16 — — (n° 27) 430

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE

Progrès (les derniers) de la télégraphie sans fil (n° 4) 59

*Câbles télégraphiques et téléphoniques (compensation de la capacité dans les) (n° 22) 352
*Câbles (sur les) téléphoniques à inductance uniformément répartie (n° 24) 384
*Mise à la terre des parafoudres des bureaux télégraphiques (n° 9) 143
*Lignes téléphoniques aériennes (construction des) (n° 5) 64
*Téléchirographe Gruhn (le) (n° 15) 240
*Télégraphie (la) par rayons électriques (n° 25) . . . 400
*Téléphone différentiel (mesures électriques par le) (n° 12) 191
*Tunnels pour lignes téléphoniques, à Chicago (n° 4) 64

TRAMWAYS

Distributeur de sable, système Francq (n° 2). 29
Éclissage des rails, système Falk (n° 10). . . . 155
Matériel roulant du Manhattan Railway, à New-York. *(Planche XIV.)* Henry Martin (n° 14). 211
Voiture de secours pour tramways électriques (n° 26). 413

*Appareils pour l'entretien du matériel de tramways électriques (n° 3) 48
*Ateliers de réparations pour tramways (n° 24) . . . 384
*Ateliers pour l'entretien du matériel de tramways, à Rochester (n° 4) 64
*Chemin de fer électrique de Berlin à Lichterfelde (n° 9). 143
Congrès international de traction (Vienne, 1904) (n° 19) 304
*Convention de Saratoga (la) (n° 25). 400
*Dépôts (la construction des) de voitures de tramways (n° 1). 16
*Lignes interurbaines du nord de l'Ohio (E.-U.) (n° 9) 142
*Rails de tramways (durée des) (n° 7). 112
*Traction électrique (application de la) aux tramways du sud de Londres (n° 6). 96
*Tramway à contact superficiel (système de) de la General Electric C° (n° 9). 144
*Tramway électrique du Mont-Blanc (n° 26). 416
*Tramways (le système de) et d'éclairage de la Pennsylvanie occidentale (n° 24) 382
*Tramways conduits par un seul agent (n° 25). . . . 400
*Tramways à contact superficiel, de Wolverhampton (Angleterre) (n° 7). 112
*Tramways de Marseille (nouveau réseau des) (n° 13) 208
*Tramways de Berlin (le réseau des) (n° 26) 415
*Tramways (les) de la corporation d'Huddersfield (n° 3) 48
*Tramways urbains et interurbains de Shenectady (E.-U.) (n° 22) 352
*Tramways urbains (la construction moderne des) (n° 23) 368
*Usine électrique (nouvelle) des United Railways de San Francisco (E.-U.) (n° 5). 80
*Voiture (nouvelle) pour tramways interurbains (n° 26) 416

TRAVAUX PUBLICS

Barrages (les) d'Assyout et d'Assouan et le système général des irrigations de l'Égypte. G. Richou *(Planche XXV.)* (n°s 24 et 25). 369, 385
Canal (le projet de) de la Baltique à la mer Noire (n° 6) 93
Caserne (la nouvelle) de sapeurs-pompiers de la rue Carpeaux. Organisation du service d'incendie, à Paris. *(Planche VI.)* M. Marchand (n° 6) 81
Chemins de fer de l'Engadine (Suisse). Tunnel de l'Albula (n° 12) 188
Construction par l'air comprimé de nouvelles cales sèches, au port de Kiel. *(Planche XXVI.)* (n° 26). 404
Désagrégateur de terrains, système Pawel (n° 5) 77
Drague marine porteuse, à godets et à succion, du port de Montevideo. *(Planche IV.)* Ch. Dantin (n° 4). 49
Drague marine porteuse et à refoulement, pour les ports de la Régence de Tunis. *(Planche XVIII.)* Ch. Dantin (n° 18) 273
Égouts du système unitaire et du système séparatif (avantages et inconvénients des) (n° 16) 251
Passerelle de Passy (déplacement de la) sur la Seine, à Paris. J. Feugères (n° 21) 321
Passerelle en béton armé sur le canal du Midi, à Toulouse. Lieut-Colonel G. Espitallier (n° 19). 297
Pavage avec fondation en béton armé (n° 2). . 29
Pont de Frans (reconstruction du), sur la Saône, à Villefranche *(Planche XXVII.)* (n° 27). . . 417
Pont en maçonnerie sur l'Adda à Morbegno (Italie) (n° 26) 409
Pont sur le Rupnarayan (Indes anglaises). *(Planche XXII.)* (n° 22) 344
Pont suspendu semi-rigide de Vernaison (Rhône). *(Planche X.)* Ch. Dantin (n° 10). . 145
Port de Londres (le) (n° 7). 108
Reboisement (le) des montagnes (n° 22). . . . 337
Régulateurs automatiques de la vitesse de filtration (n° 14) 220
Sénégal (le) et le port de Dakar. Lieut-Colonel G. Espitallier (n° 16). 241
Simplon et Faucille. Rôle économique d'une nouvelle ligne internationale. Louis Laffitte (n°s 18 et 19). 275, 292
Transbordeur de 400 mètres de longueur, proposé pour la traversée de la Gironde, à Bordeaux. *(Planche VIII.)* (n° 8). 117
Tunnel en tubes jumelés sous la rivière de Harlem (États-Unis) (n° 26) 412
Viaduc (le) du Viaur, sur la ligne de Carmaux à Rodez. *(Planches I et II.)* Henry Martin (n°s 1 et 2). 1, 17

*Barrages à parements rectilignes (n° 5). 80
*Barrages sur la Vienne à Weidlingau (n° 16). . . . 255
*Béton (sur les gros ouvrages en) (n° 21) 334
*Brise-lames (affaissement d'un) à Buffalo (E.-U.) (n° 2). 31
*Canal de dérivation de la rivière Yazoo, à Vicksburg (États-Unis) (n° 4). 16
*Canal du Danube à l'Oder (projet de) (n° 16) . . . 256
*Canalisation de l'Elbe et de la Moldau, en 1902 (n° 17) 272
*Canaux (les) de la région des lacs, en Russie (n° 10) 160
*Chemin de fer de Tsingtau à Tsinanfu (Chine) (n° 16) 255
*Conditions hydrologiques (les) de la Vistule, entre Cracovie et Niepolomice (n° 22). 351
*Conduite de gaz (établissement d'une) à haute pression à travers le Mississipi, à la Nouvelle-Orléans (n° 26) 416
*Consolidation des anciennes carrières, à Paris (n° 22). 351
*Docks de Liverpool (amélioration des) (n° 27). . . . 432
*Éclairage à l'incandescence par l'acétylène du phare de Chassiron (n° 11) 176
*Excavateurs et dragues modernes (n° 3) 48
*Feux flottants (des) (n° 19) 303
*Irrigation de la plaine de la Hart par les eaux d'égout de Mulhouse (n° 2) 39
*Ligne métropolitaine nord-sud, à Berlin (n° 22) . . 350
*Pétrolage et goudronnage des routes (n° 6) 96
*Ponts suspendus (emploi de chaines ou de câbles pour la construction des) (n° 9). 144
*Pose des nouveaux tabliers des ponts du Miramichi (Canada) (n° 5) 80
*Raccordements à courbure progressive pour voies ferrées (n° 3) 47
*Réparation des câbles du pont de Williamsburg, à New-York (n° 26) 416
*Travaux d'assainissement à Chicago (n° 9). 143
*Travaux de défense contre les eaux du Danube, sur les Chemins de fer du nord-ouest de l'Autriche (n° 12) 192
*Tunnel en terrain sableux (n° 11) 176
*Tunnels pour lignes téléphoniques, à Chicago (n° 4) 64
Usine élévatoire de Bridgeport (États-Unis) (n° 24). . 379

DIVERS

*Bouchons (fabrication mécanique des) (n° 26). . . . 416
*Bureaux de dessin (les) (n° 20) 320
*Description des machines (nouvelle méthode pour la) (n° 22) 352
Distinctions honorifiques (n° 17) 272
*Eaux magnétiques de l'Indiana (n° 24). 384
*Instruments de précision (nouveaux) du laboratoire Ryerson (n° 20) 320
*Période (la) des taches solaires et les variations des températures moyennes annuelles de la terre (n° 24) 383
*Propriétés (les) physiques des métaux, déterminées au point de vue de l'équation de Van der Waals (n° 18) 288
*Reproduction des dessins au trait et des cartes géographiques (n° 13). 203

PLANCHES

Planche I : Le viaduc du Viaur : Dessins d'ensemble (n° 1).

Planche II : Le viaduc du Viaur : Détails de construction (n° 2).

Planche III : Distillerie de mélasses, à Mexico (n° 3).

Planche IV : Drague marine porteuse, à godets et à succion, du port de Montevideo (n° 4).

Planche V : Condensation centrale par surface, de la maison Sack et Kiesselbach (n° 5).

Planche VI : La nouvelle caserne de sapeurs-pompiers de la rue Carpeaux, à Paris (n° 6).

Planche VII : Fabrique de cellulose et de papier, à Rumford Falls (États-Unis) (n° 7).

Planche VIII : Transbordeur de 400 mètres de longueur (n° 8).

Planche IX : Voiture automotrice du chemin de fer électrique de Fribourg-Morat-Anet (Suisse) (n° 9).

Planche X : Pont suspendu semi-rigide de Vernaison (Rhône) (n° 10).

Planche XI : Installation pour la fabrication des essieux en acier comprimé (n° 11).

Planche XII : Les bains publics Karl Müller, à Munich (n° 12).

Planche XIII : Usine hydro-électrique de Cauvery Falls (Inde) (n° 13).

Planche XIV : Voiture automotrice du Manhattan Railway, à New-York (n° 14).

Planche XV : Locomotive compound à trois cylindres de la Compagnie du Midland Railway (n° 15).

Planche XVI : Nouveaux types de surchauffeurs de vapeur (n° 16).

Planche XVII : Sucrerie de Ketzin, près de Berlin (n° 17).

Planche XVIII : Drague marine porteuse et à refoulement, pour les ports de la Régence de Tunis (n° 18).

Planche XIX : Installation hydraulique du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers (n° 19).

Planche XX : Machine à essayer les caoutchoucs, du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers (n° 20).

Planche XXI : Ateliers de menuiserie de la nouvelle usine de Nüremberg (n° 21).

Planche XXII : Pont sur le Rupnarayan (Indes anglaises) (n° 22).

Planche XXIII : Le paquebot *Kaiser Wilhelm II*, du Norddeutscher Lloyd (n° 23).

Planche XXIV : Machines motrices du paquebot transatlantique *Kaiser Wilhelm II* (n° 24).

Planche XXV : Barrage d'Assouan, sur le Nil (n° 25).

Planche XXVI : Caisson à air comprimé pour la construction de nouvelles cales sèches, au port de Kiel (n° 26).

Planche XXVII : Pont de Frans, sur la Saône, à Villefranche (n° 27).

Digitized by Google

TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS D'AUTEURS

Pages

Baclé (L.). — Essais récents de plaques cémentées (1902-1903) (n° 16) 247

Bardy (P.). — Notes sur quelques procédés de développement. Révélateurs à la métoquinone (n° 11). 171

Bernard (Hermann). — État actuel de la théorie de la surchauffe de la vapeur (n° 13). 198

Binet (André). — Doseur-mélangeur de gaz. Application à l'acétylène et à l'air (n° 13). 200

— La soudure autogène des métaux. Soudure au chalumeau oxyacétylénique (n° 4) 54

— Soudure autogène des métaux (*Correspondance.*) (n° 10). 157

Birault (C.). — Les moteurs à pétrole à bord des voiliers de pêche (n° 27). 423

Bonnin (R.). — Locomotives compound à trois cylindres de la Compagnie du Midland (*Planche XV.*) (n° 15) 225

Bousquet (J.). — Le paquebot *Kaiser Wilhelm II* (*Planches XXIII et XXIV.*) (n°s 23 et 24) 353, 372

Boutillier. — Le Chemin de fer Métropolitain de Paris (*Correspondance.*) (n° 3). . . 45

Breuil (P.). — Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers Section des métaux (*Planches XIX et XX.*) (n°s 19, 20 et 21). 289, 305, 324

Brillié (H.). — Équilibrage des machines (n°s 4, 5 et 6) 51, 69, 85

Dantin (Ch.). — Drague marine porteuse, à godets et à succion, du port de Montevideo (*Planche IV.*) (n° 4) 49

— Drague marine porteuse et à refoulement pour les ports de la Régence de Tunis (*Planche XVIII.*) (n° 18). . . . 273

— Pont suspendu semi-rigide de Vernaison (Rhône) (*Planche X.*) (n° 10). 145

— Système électropneumatique de traction à courant alternatif simple (n° 25). . 395

— Traction électrique dans le tunnel de la Mersey. Chemin de fer de Liverpool à Birkenhead (n° 3) 33

— Transmissions de mouvement par courroies ou câbles. Enrouleur-débrayeur du capitaine Leneveu (n° 8) 113

— Wagon de 50 tonnes en tôle d'acier emboutie (n° 20) 314

Demenge (Émile). — Soudure autogène des métaux. (*Correspondance.*) (n° 10) . . . 157

Drouin (F.). — Usine hydro-électrique de Cauvery Falls (Inde) (*Planche XIII.*) (n° 13). 193

Pages

Drouin (F.). — Le Congrès de l'Automobilisme (n° 14). 218

Dujardin (P.-F.). — Les condensations centrales à l'Exposition de Düsseldorf (*Planche V.*) (n° 5) 65

Dumas (A.). — Le Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers (n° 11). 161

— Le paquebot à turbines *The Queen*, du service Calais-Douvres (n° 14) 209

Espitallier (Lieut'-Colonel G.). — Le ballon « Lebaudy » (n° 7) 97

— Le ballon « Zeppelin » (n° 15). 227

— Le Sénégal et le port de Dakar (n° 16) . 241

— Passerelle en béton armé sur le canal du Midi, à Toulouse (n° 19). 297

Féry (Ch.). — L'incandescence par le gaz (n° 15). 234

— Lunette pyrométrique à réticule thermo-électrique (n° 5) 72

Feugères (J.). — Le déplacement de la passerelle de Passy, sur la Seine, à Paris (n° 21). 321

Forché (Ed.). — Le chalumeau oxyacétylénique (n° 22). 340

Guarini (Émile). — État actuel du labourage électrique (n° 17). 257

Guérin (H.). — Les nouveaux appareils d'éclairage au gaz par incandescence (n° 9). 136

Guillet (Léon). — Recherches sur les aciers au nickel (n°s 1, 2 et 3) 8, 23, 40

— Nouvelles recherches sur les aciers au nickel (n° 9). 134

— Recherches sur les aciers au manganèse (n°s 17 et 18). 261, 280

Janet (A.). — L'acétylène dissous et ses principales applications. Éclairages portatifs ; chalumeaux oxyacétyléniques (n° 12). 180

Laffitte (Louis). — Simplon et Faucille. Rôle économique d'une nouvelle ligne internationale (n°s 18 et 19). . . . 275, 292

Mamy (Henri). — Protection contre le saut de la navette dans les métiers à tisser (n°s 7 et 8). 105, 118

Marchand (M.). — La nouvelle caserne de sapeurs-pompiers de la rue Carpeaux. Organisation du service d'incendie à Paris (*Planche VI.*) (n° 6) 81

Marquet (C.). — La nouvelle loi sur la marine marchande (n° 4). 56

Marre (Francis). — V^e^ Congrès international de Chimie appliquée, tenu à Berlin, du 2 au 8 juin 1903 (n° 12) 186

— La manufacture de draps de Villeneuvette (Hérault) (n° 27). 420

Pages

Martin (Henry). — Les locomotives à voie étroite (n°s 20, 21 et 22) . . 311, 328, 344

— Matériel roulant du Manhattan Railway, à New-York (*Planche XIV.*) (n° 14). . 211

— Viaduc du Viaur, sur la ligne de Carmaux à Rodez (*Planches I et II.*) (n°s 1 et 2) 1, 17

Pourcel (Alexandre). — The Manufacture and Properties of Iron and Steel, par H. Campbell (*Bibliographie.*) (n° 4) . . . 64

Rachou (Louis). — Accidents du travail dans les entreprises françaises aux colonies et à l'étranger (les) (n° 9) 130

— Accidents du travail dans les industries multiples (les) (n° 17). 268

— Accidents survenus hors du temps et du lieu du travail (les) (n° 19). . . . 300

— Clauses attributives de juridiction sur les factures (les) (n° 23). 364

— Détermination de la durée de la journée de travail (n° 20). 315

— Faits de pression patronale dans les élections (les) (n° 27) 427

— Industries incommodes (les) (n° 8) . . . 121

— Répartition des responsabilités entre architectes et entrepreneurs (de la) (n° 7) 107

— Responsabilité des accidents du travail dans les établissements hospitaliers ou de bienfaisance (n° 2) 28

— Responsabilité des communes en raison des faits de grève (de la) (n° 24) . . . 379

— Subventions publiques aux entreprises privées (les) (n° 26). 410

— Traitement des accidents du travail (de) (n° 6) 91

Razous (Paul). — La prévention des accidents dans les travaux du bâtiment (n° 23). 359

Redard (P.). — Des prompts secours dans les accidents de chemins de fer (n° 6) . . 87

Résal (J.). — Étude du dérapage des automobiles (n°s 25 et 26) 392, 407

Richou (G.). — Les barrages d'Assyout et d'Assouan et le système général des irrigations de l'Égypte (*Planche XXV.*) (n°s 24 et 25). 369, 385

Rosset (J.). — Haveuses mécaniques employées dans les mines de houille (n°s 10, 11 et 12). 149, 170, 182

Schmerber (H.). — L'embouage comme méthode de remblayage (n° 15). 232

— Locomotives à benzine pour mines grisouteuses (n° 1). 11

Somach (R.). — Chemin de fer électrique de Fribourg-Morat-Anet (Suisse) (*Planche IX.*) (n° 9) 129

IMPRIMERIE CENTRALE DES CHEMINS DE FER. — IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 20024-10-03.

Digitized by Google

Digitized by Google

VIADUC DU VIAUR SUR LA LIGNE DE CARMAUX A RODEZ.

Dessins d'ensemble.

Fig.1. Elévation du Viaduc.

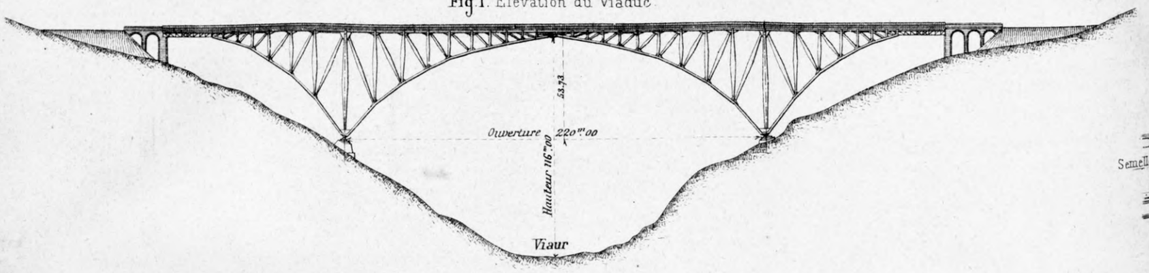


Fig.2. Plan du Viaduc.

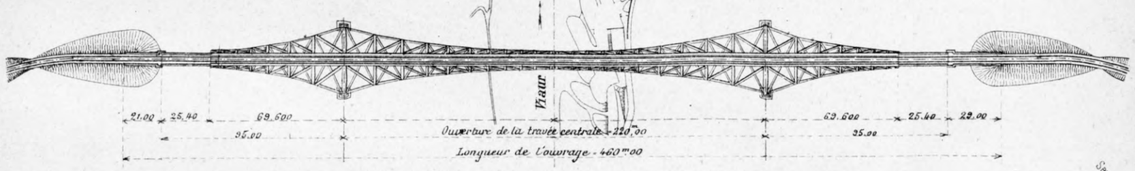


Fig.3 et 4. Panneau 28_32.

Fig.3. Elévation.

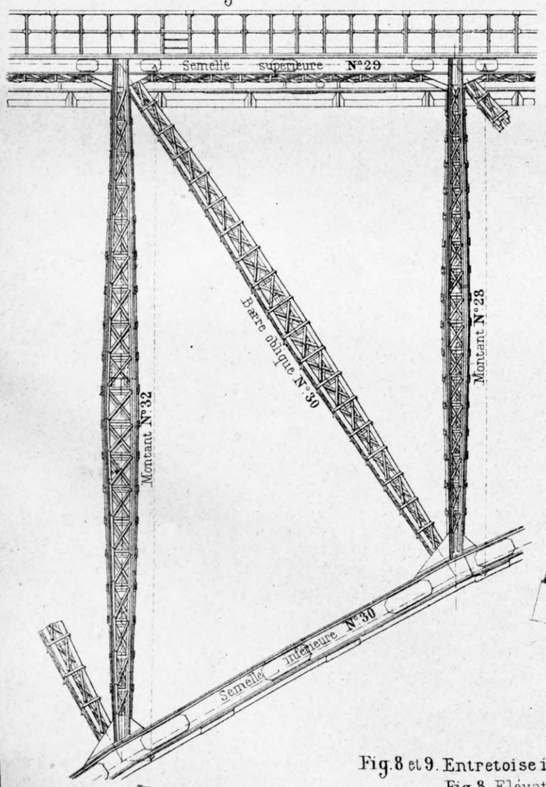


Fig.4. Coupe transversale.

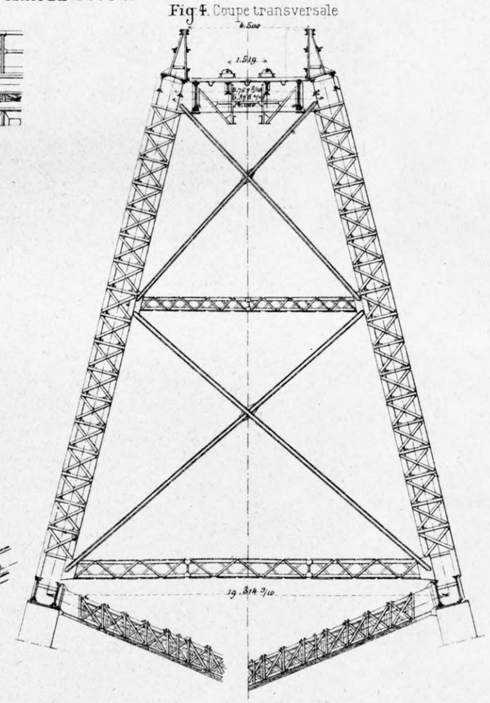


Fig.5 et 6. Assemblages du montant de culée avec les membrures.

Fig.5. Elévation longitudinale.

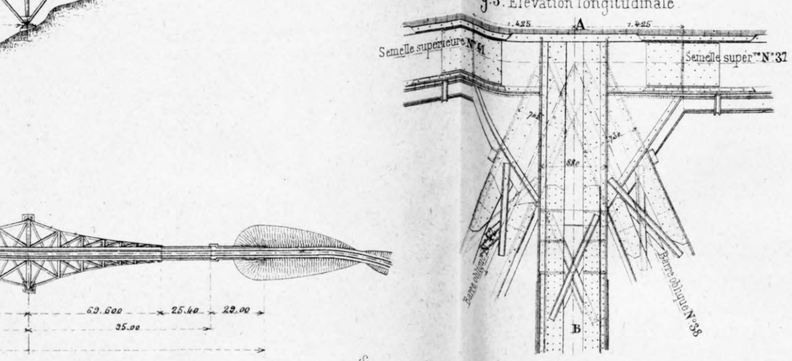


Fig.6.

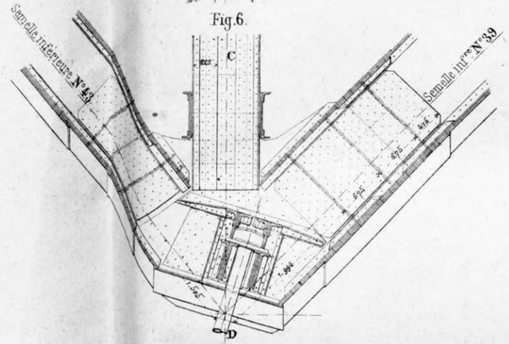


Fig.7. Contreventement et entretoisement des demi-fermes.

Plan.

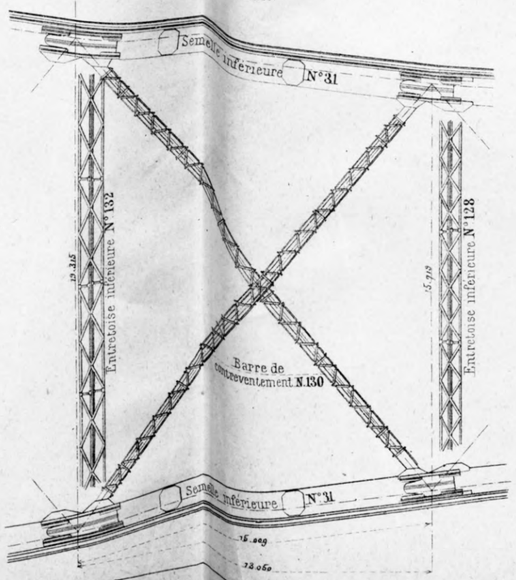


Fig.8 et 9. Entretoise inférieure N°128.

Fig.8. Elévation.

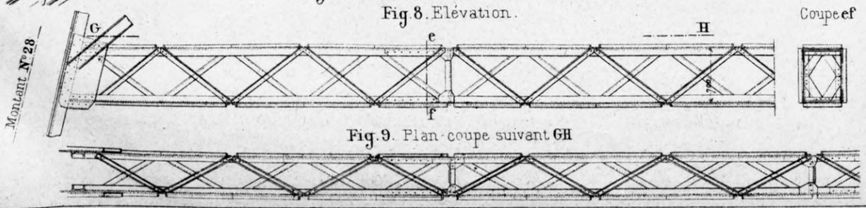


Fig.9. Plan-coupe suivant GH.

Fig.10 à 14. Barre oblique N°30.

Fig.10. Elévation transversale.

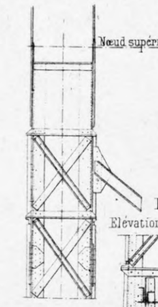


Fig.11. Elévation longitudinale extérieure.

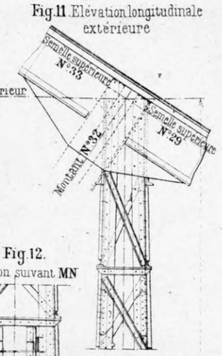


Fig.12. Elévation suivant MN.

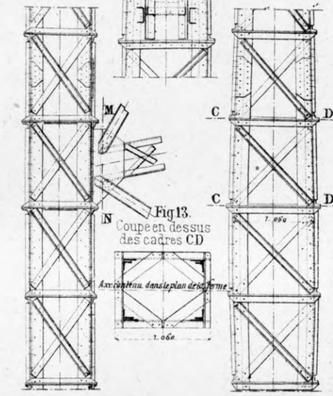


Fig.13. Coupe en dessus des cadres CD.

Fig.14. Coupe suivant EF.

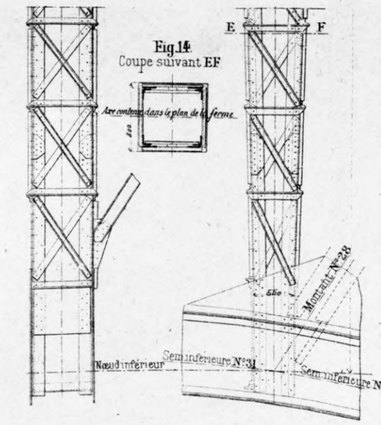


Fig.15 à 18. Montant N°32.

Fig.15. Elévation transversale.

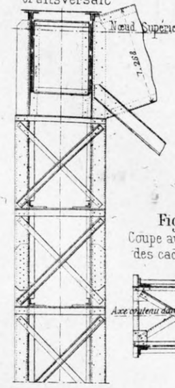


Fig.16. Elévation longitudinale extérieure.

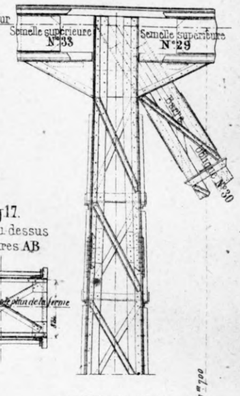


Fig.17. Coupe au dessus des cadres AB.

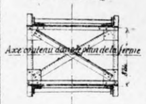


Fig.18. Coupe EF.

Fig.19,20 et 21. Membrure supérieure N°29.

Fig.19. Elévation.

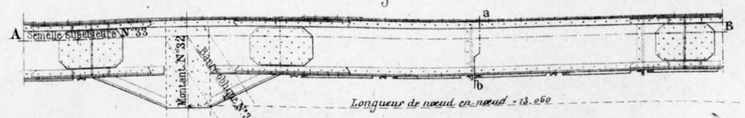
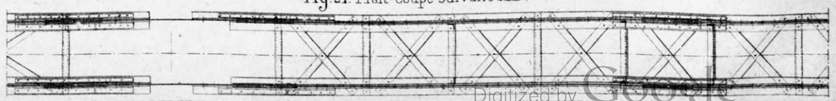


Fig.20. Coupe ab.

Fig.21. Plan-coupe suivant AB.



Digitized by Google

(0001) Aulo-A. Gratzill, rue Pauk? St Denis, Paris

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

VIADUC DU VIAUR SUR LA LIGNE DE CARMAUX A RODEZ

Détails de construction.

Fig. 1. Plan d'ensemble des chantiers

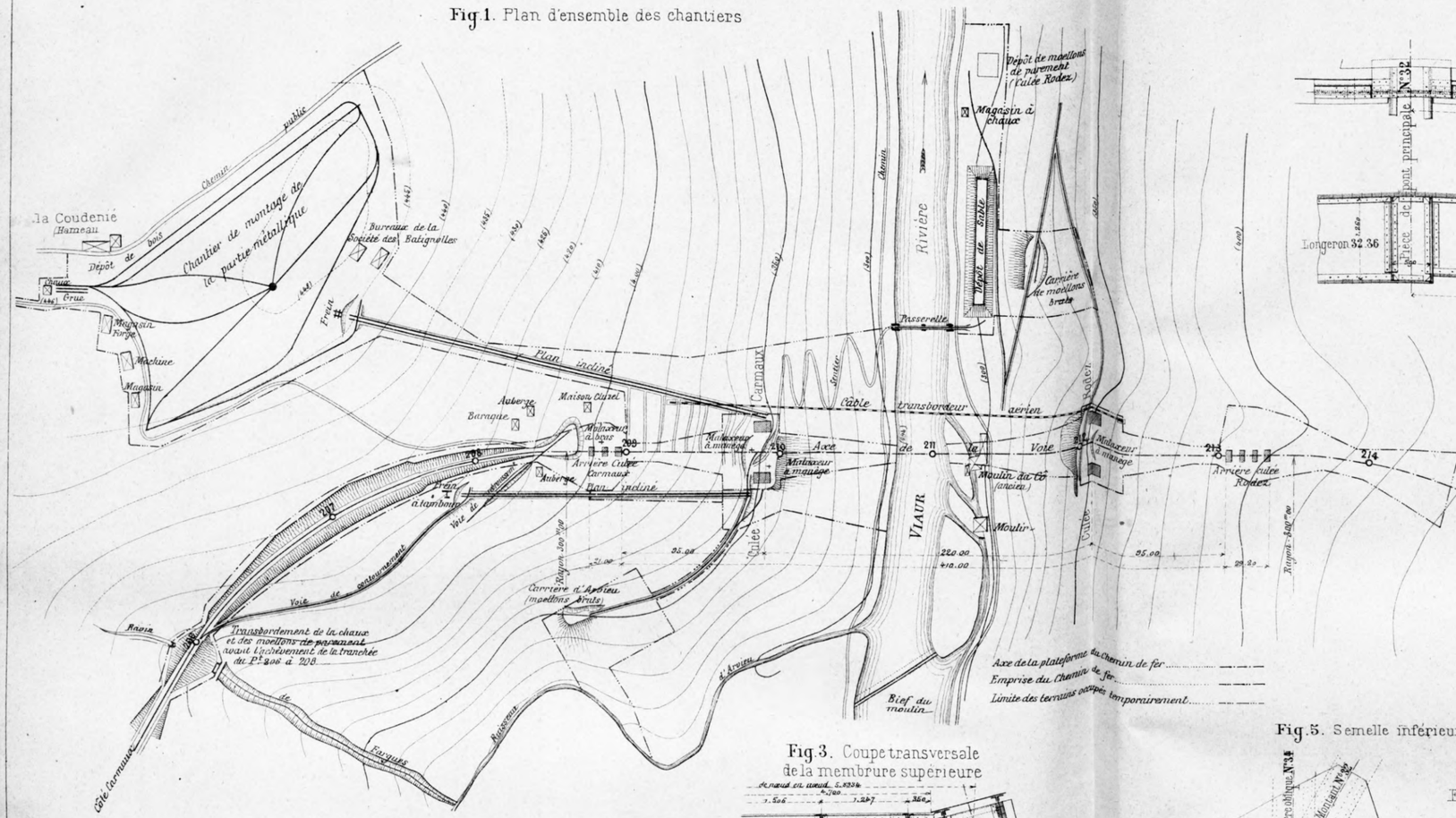


Fig. 2. Coupe longitudinale suivant le plan médian de la ferme

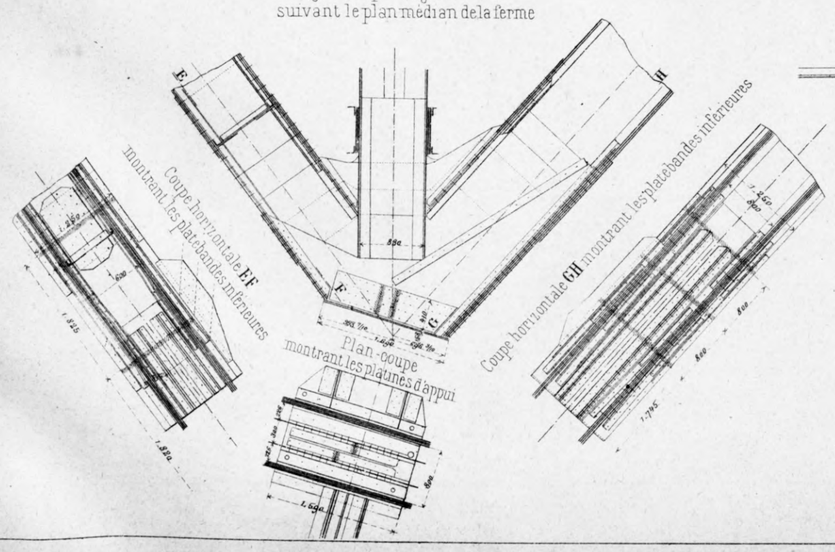


Fig. 3. Coupe transversale de la membrure supérieure

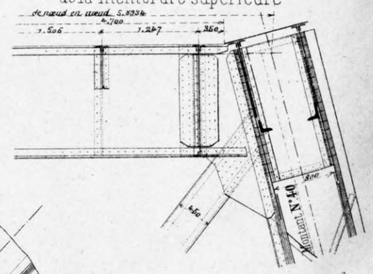


Fig. 4. Coupe transversale de la membrure inférieure

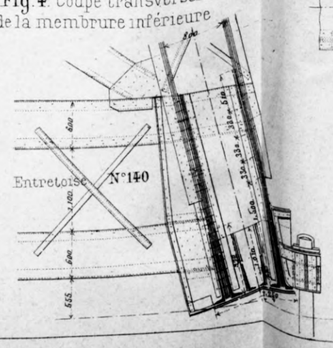


Fig. 5. Semelle inférieure N°31.

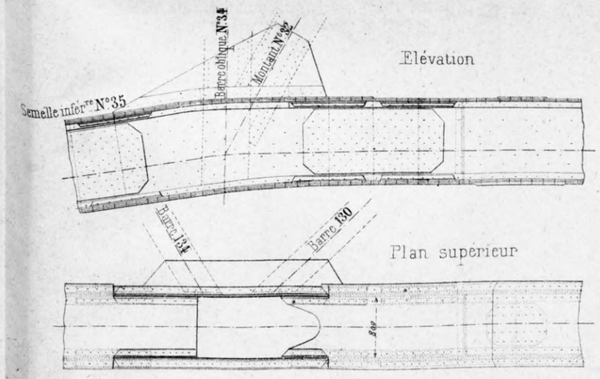


Fig. 6 et 7. Longeron principal 28_32

Fig. 6. Plan supérieur

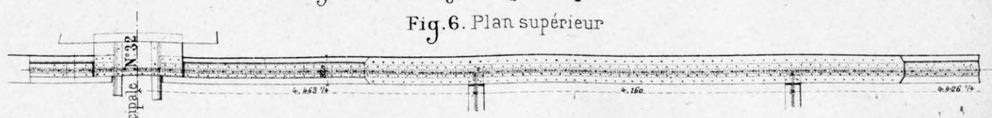


Fig. 7. Elévation

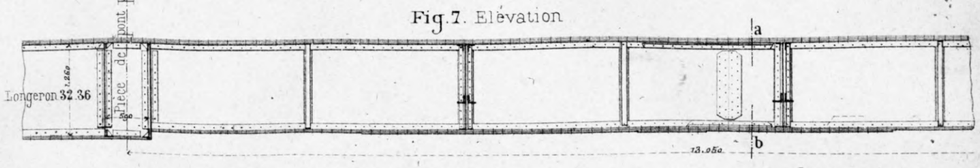


Fig. 8 à 11. Pièce de pont principale du montant N°28

Fig. 8. Coupe longitudinale ABCD

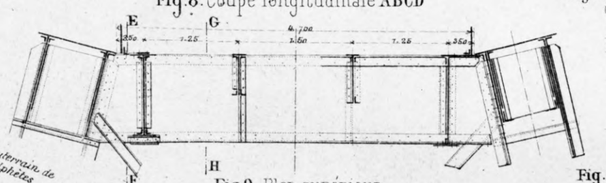


Fig. 9. Plan supérieur

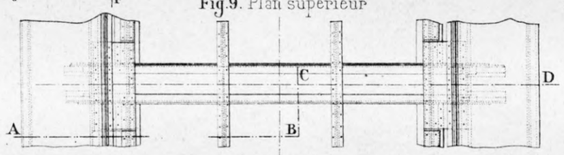


Fig. 10. Coupe EF montrant l'attache des longerons principaux sur les pièces de pont principales

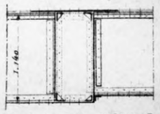


Fig. 11. Coupe montrant l'attache des longerons secondaires sur les pièces de pont secondaires

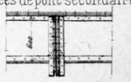


Fig. 12 et 13. Travée de raccordement

Fig. 12. Coupe transversale

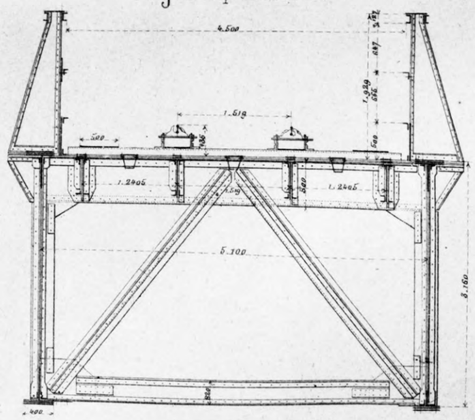
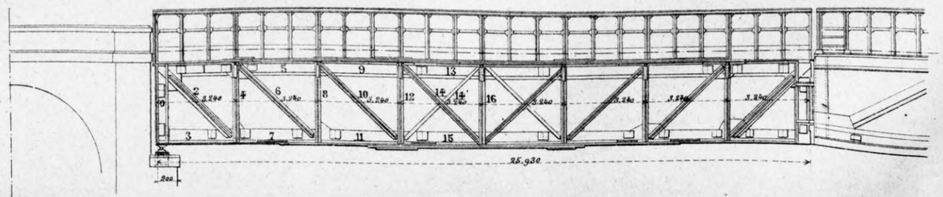


Fig. 13. Elévation



(2002) Auto. A. Contet, 129, Faubourg St Denis, Paris.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

DISTILLERIE DE MÉLASSES
à Mexico

Fig. 1. Elévation du Bâtiment principal et Coupe AB

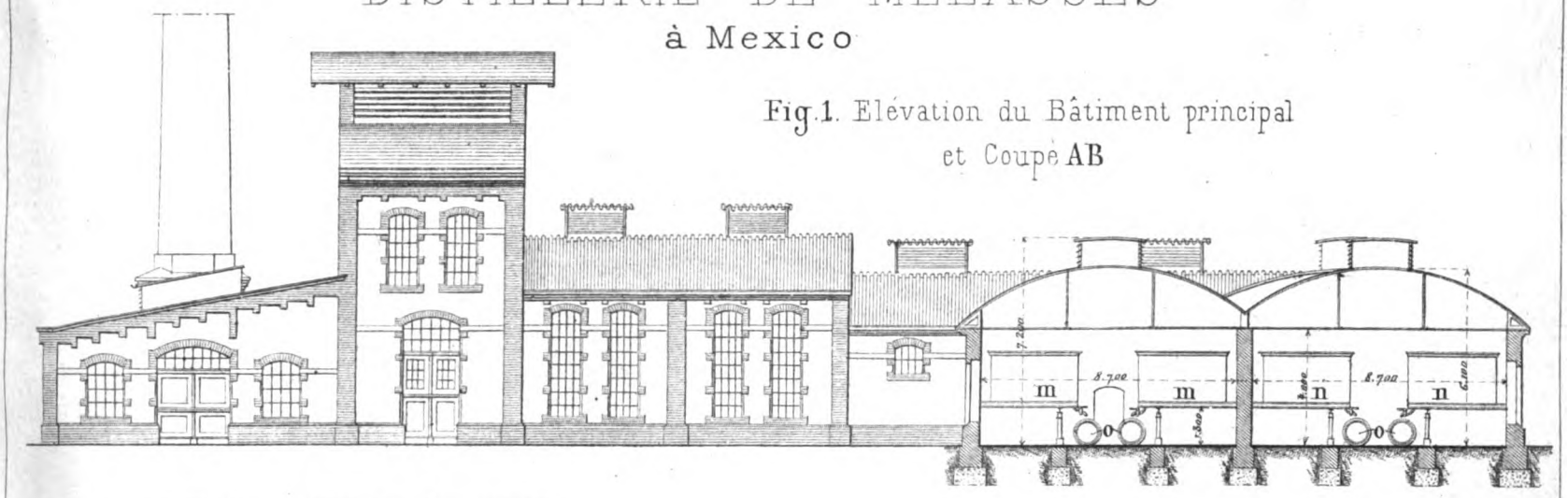


Fig. 2. Coupe longitudinale par l'axe du Bâtiment principal

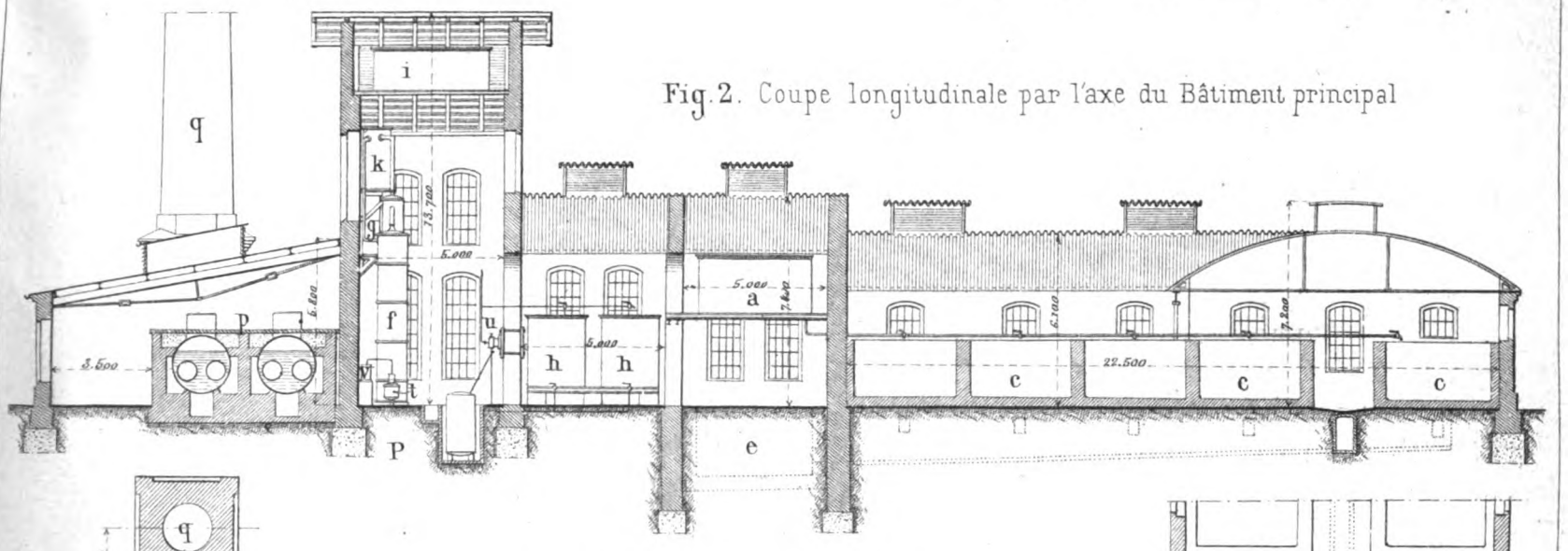


Fig. 3. Plan du Bâtiment principal

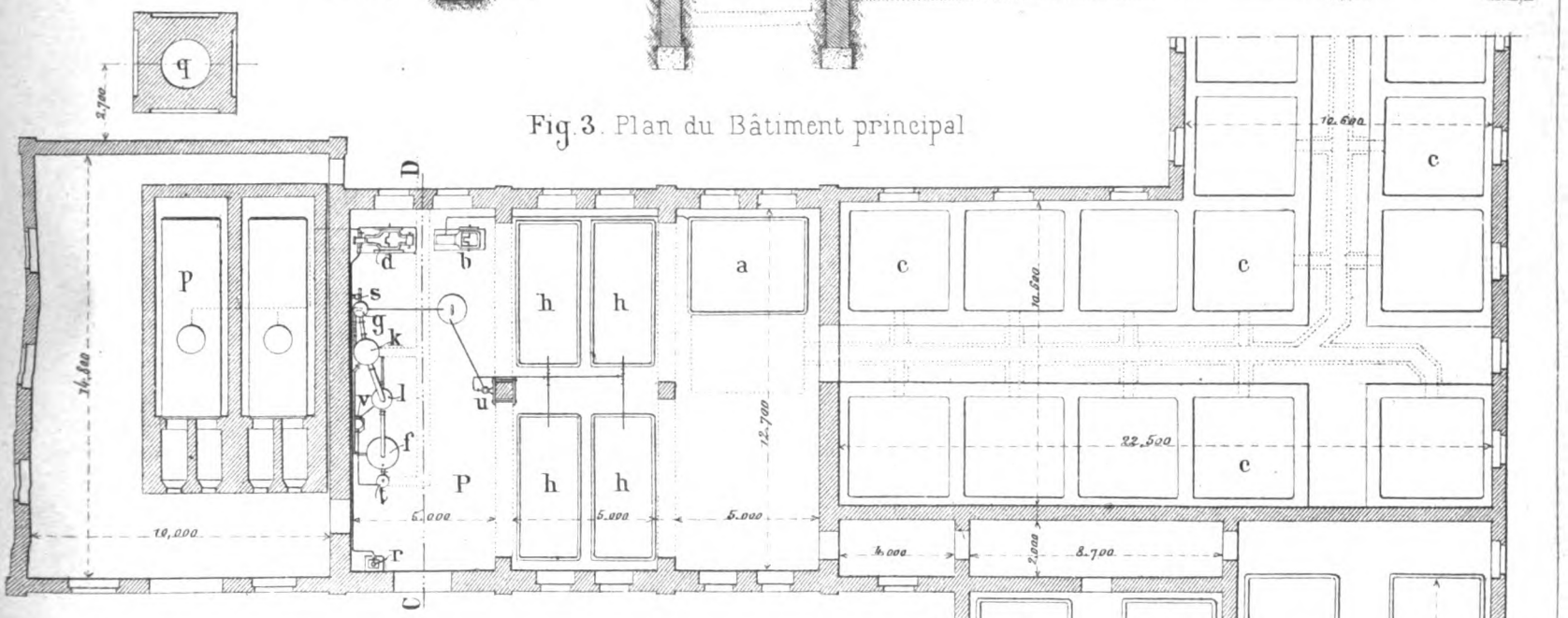


Fig. 4. Coupe transversale CD

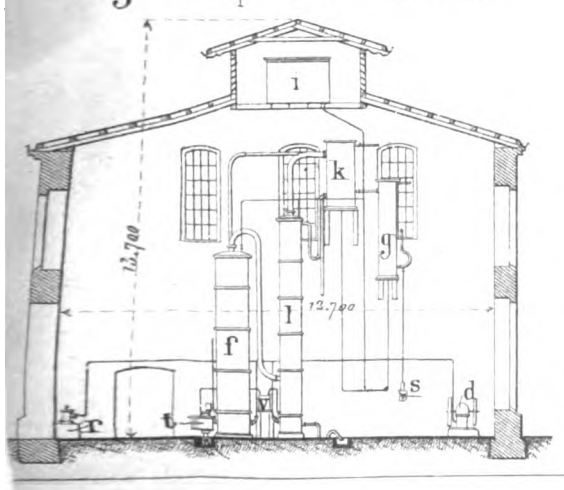
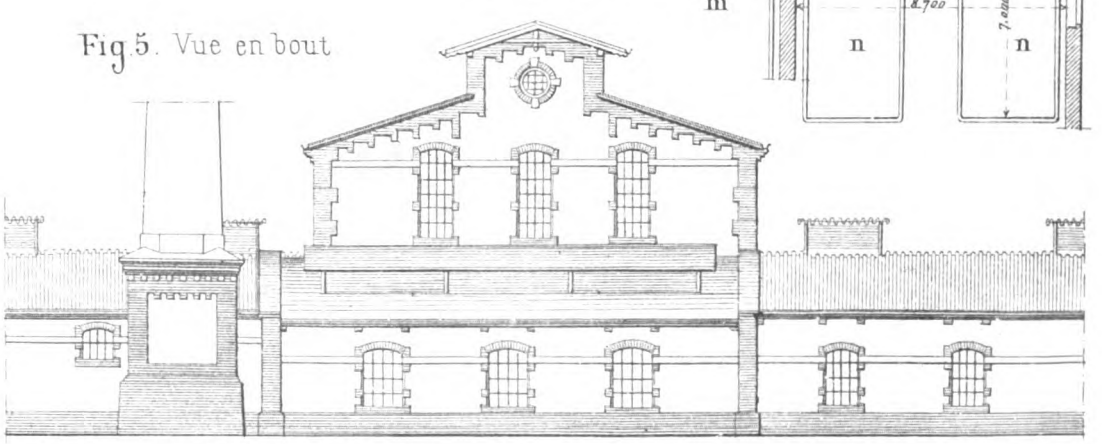


Fig. 5. Vue en bout



(1888) Nicto. A. Gentil, rue Faubourg St. Denis. Paris.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

DRAGUE MARINE PORTEUSE A GODETS ET A SUCCION

du Port de Montevideo.

Construite par MM. A.F Smulders, de Rotterdam

Fig.1. Elévation longitudinale

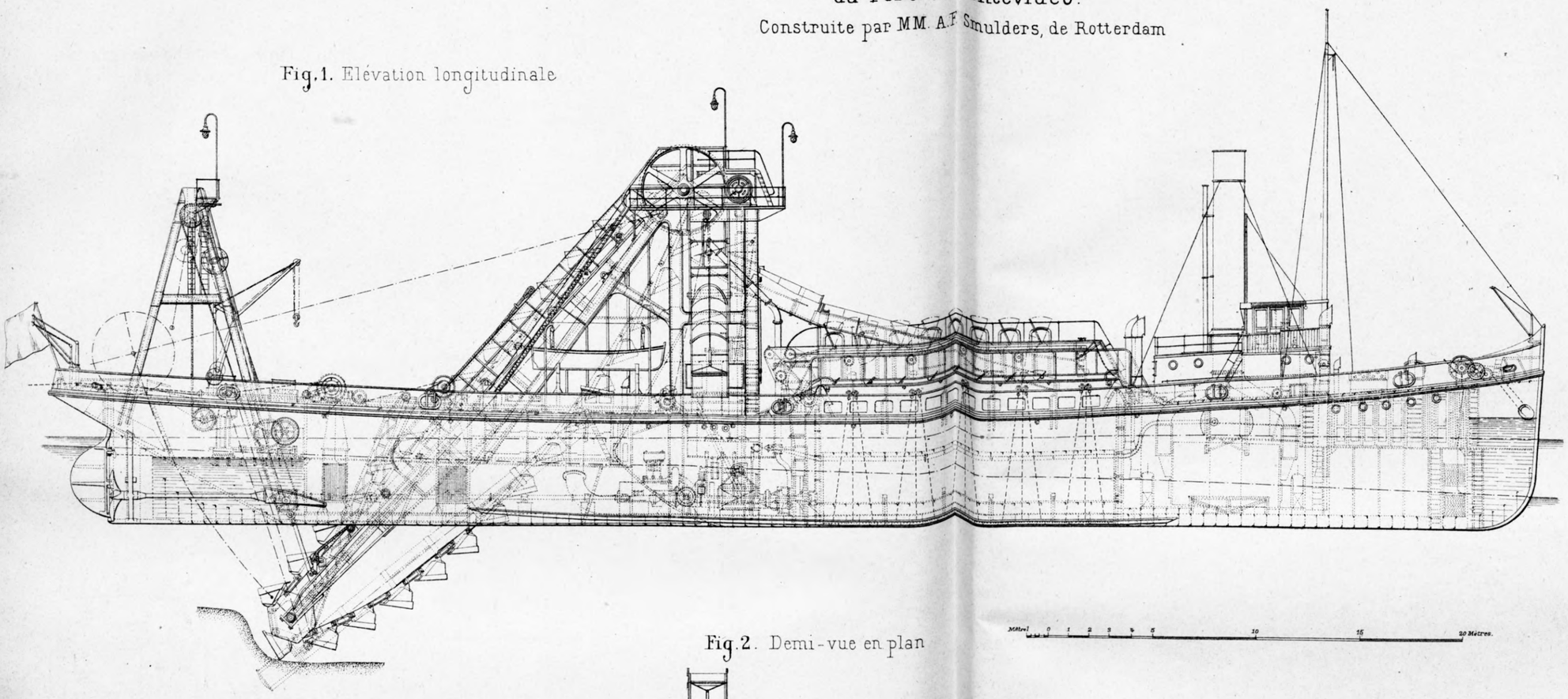


Fig.2. Demi-vue en plan

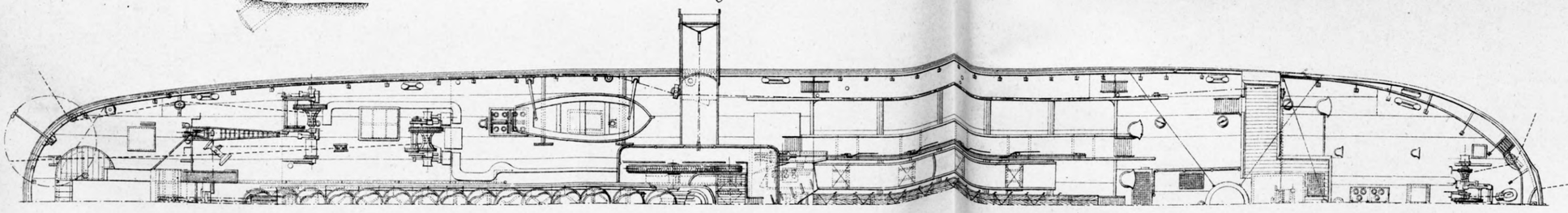


Fig.3. Demi-coupe horizontale au-dessous du pont

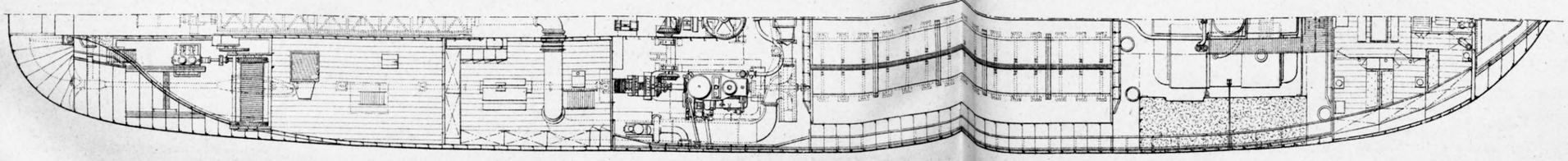


Fig.4. Coupe suivant le couloir de l'élinde.

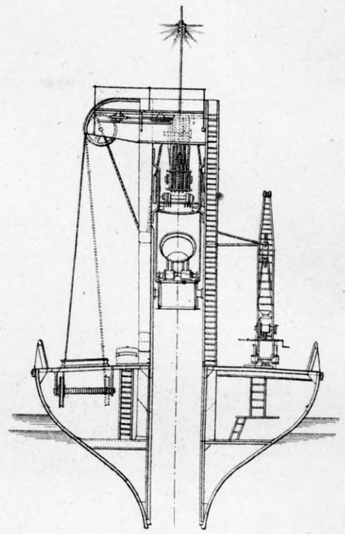


Fig.5. Coupe sur la chambre des chaudières

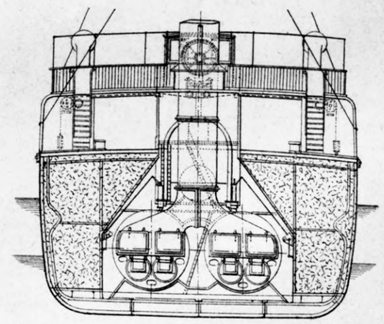
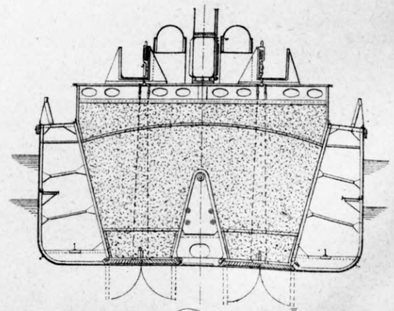


Fig.6. Coupe sur les soutes à déblais



Digitized by Google

(1907) Libr. A. Gentil, 188, Faubourg St Denis – Paris

Digitized by Google

Digitized by Google

CONDENSATION CENTRALE PAR SURFACE
de la Maison Sack et Kiesselbach.

Fig.1. Elévation

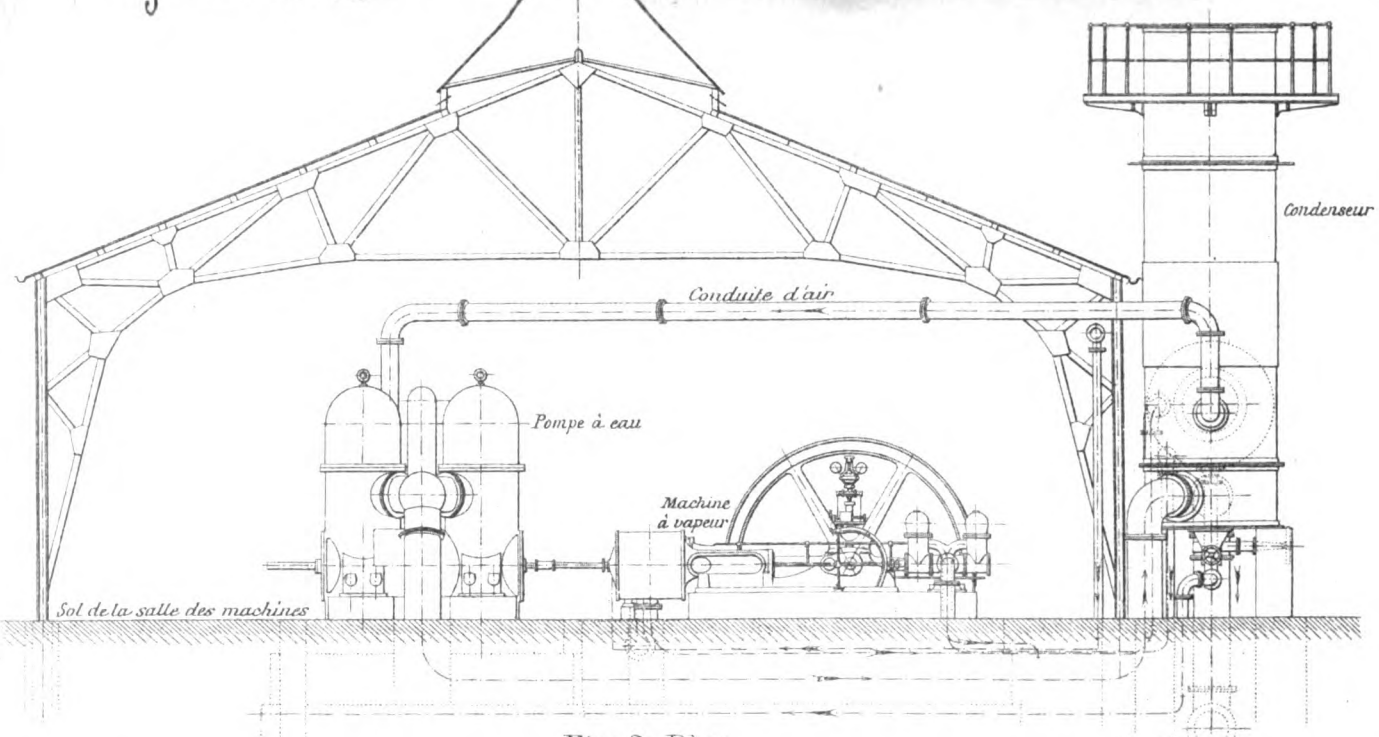


Fig.2. Plan

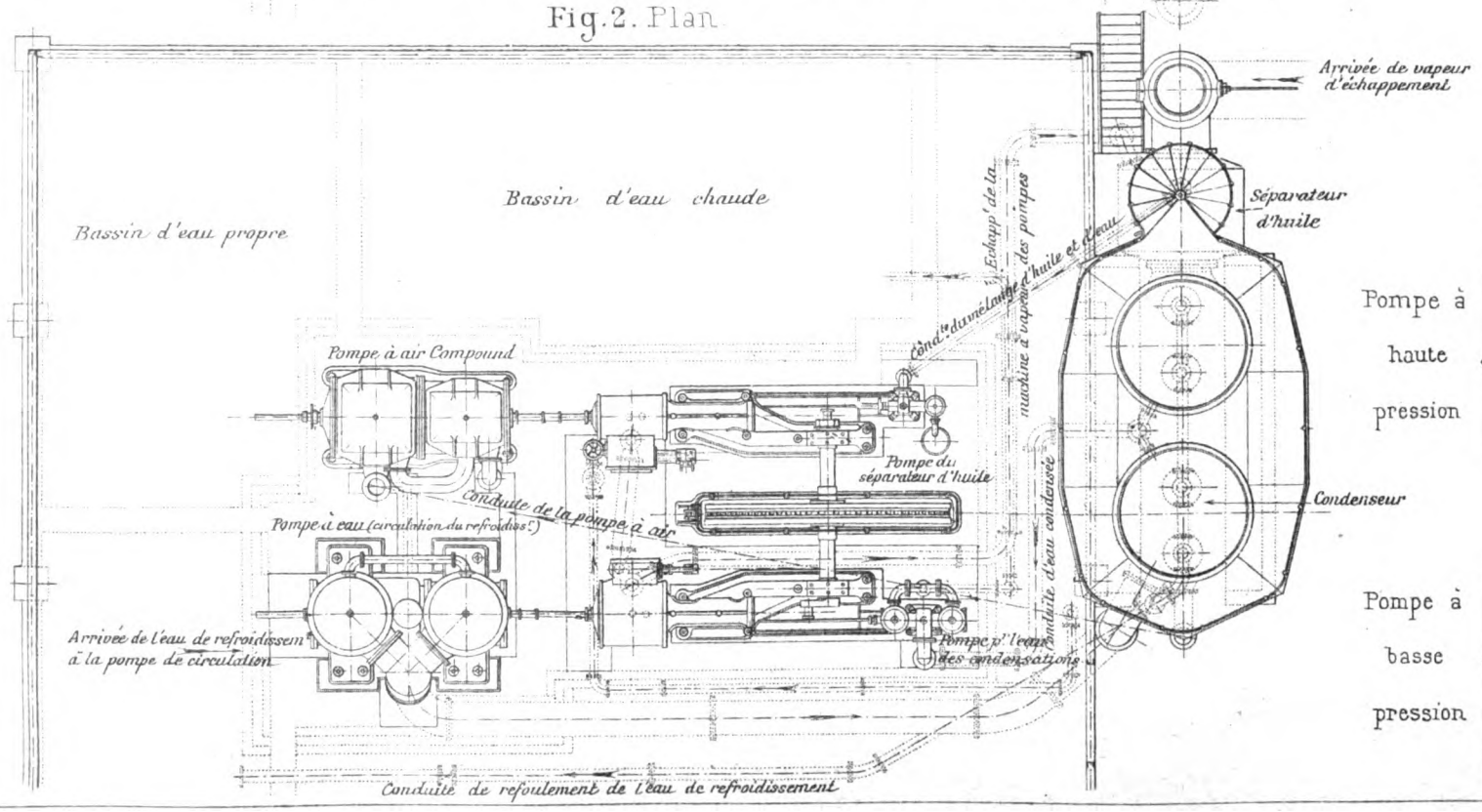


Fig.3. Vue en bout

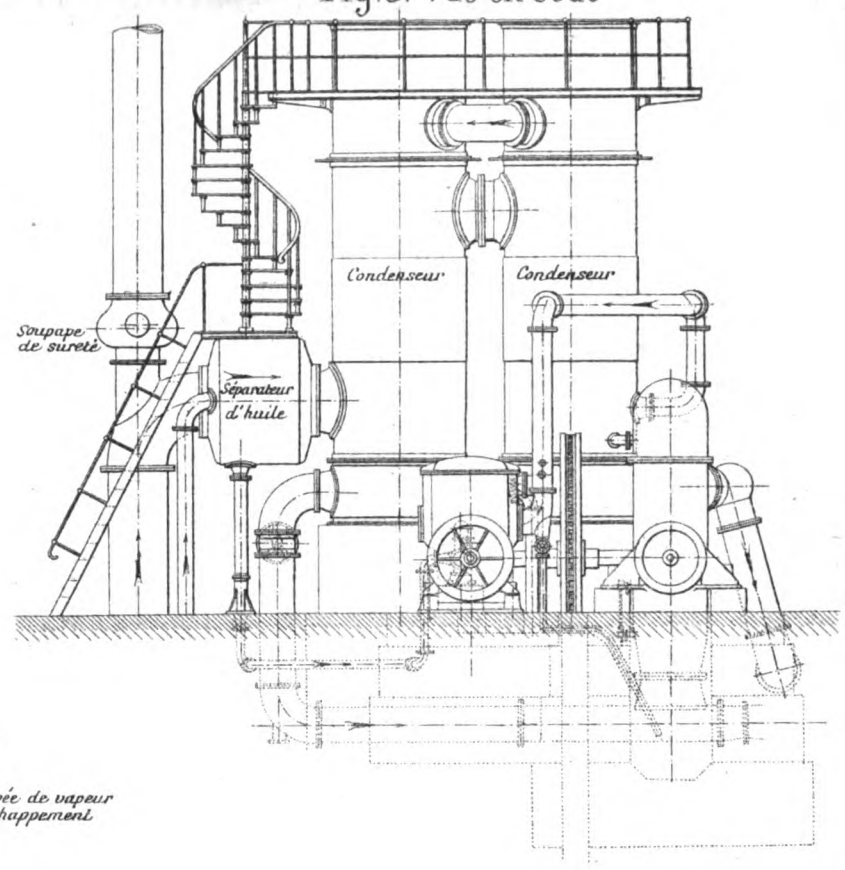
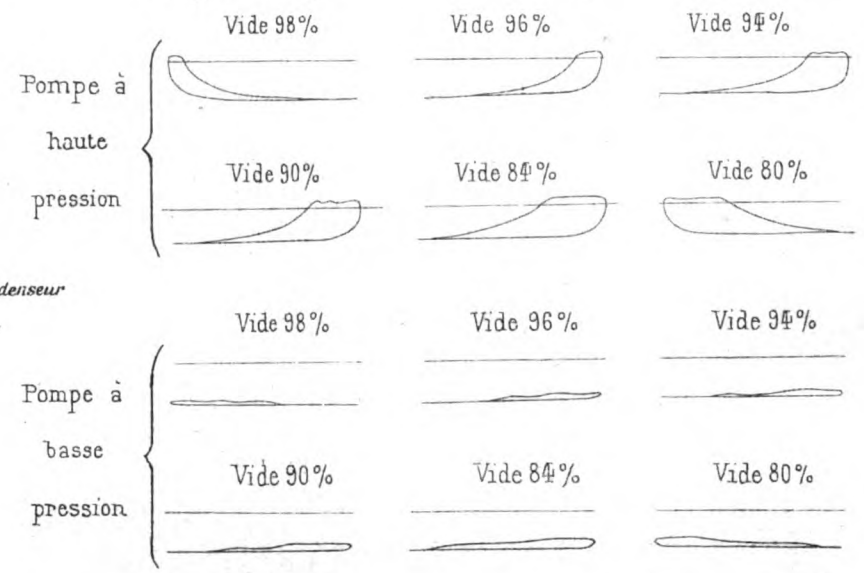


Fig.4. Diagrammes des pompes à air étagées



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

NOUVELLE CASERNE DE SAPEURS-POMPIERS DE LA VILLE DE PARIS

Rues Carpeaux et des Grandes Carrières

Fig. 1. Coupes et Élévation sur la cour.

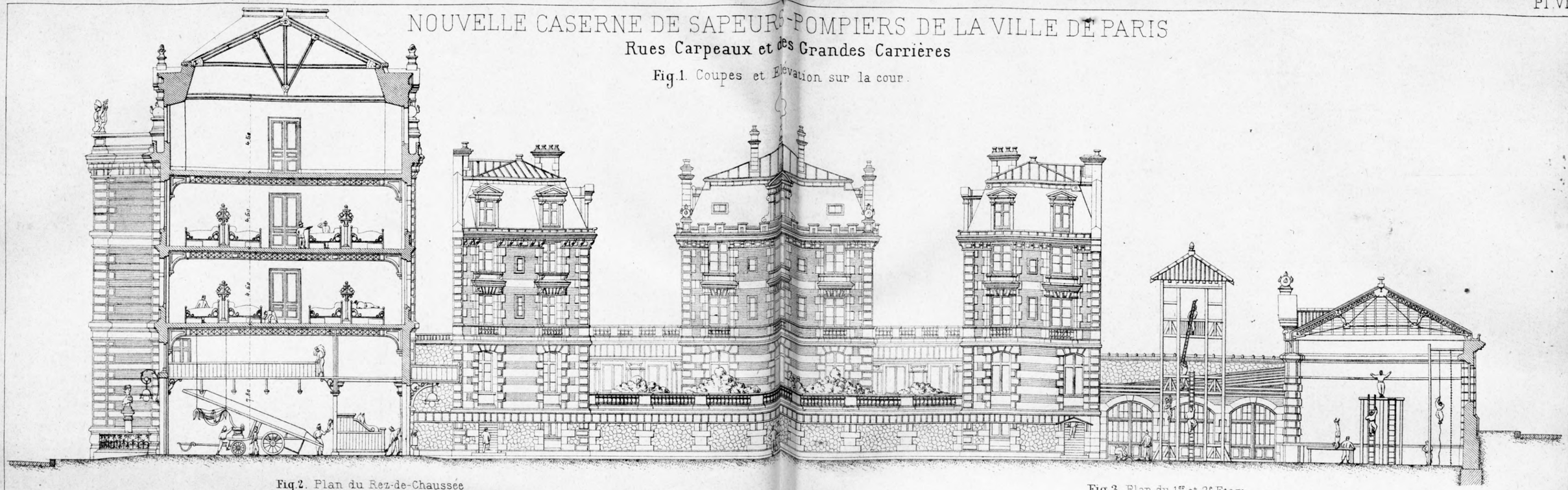


Fig. 2. Plan du Rez-de-Chaussée

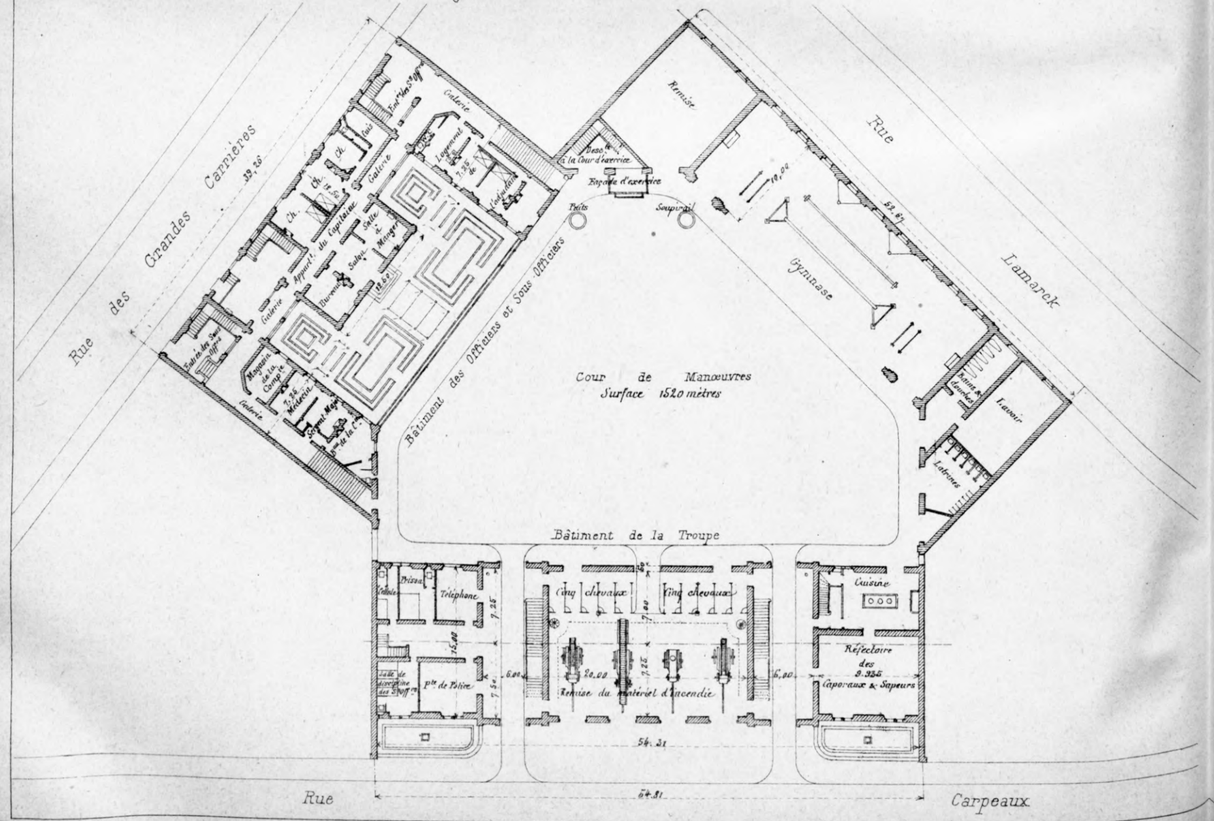
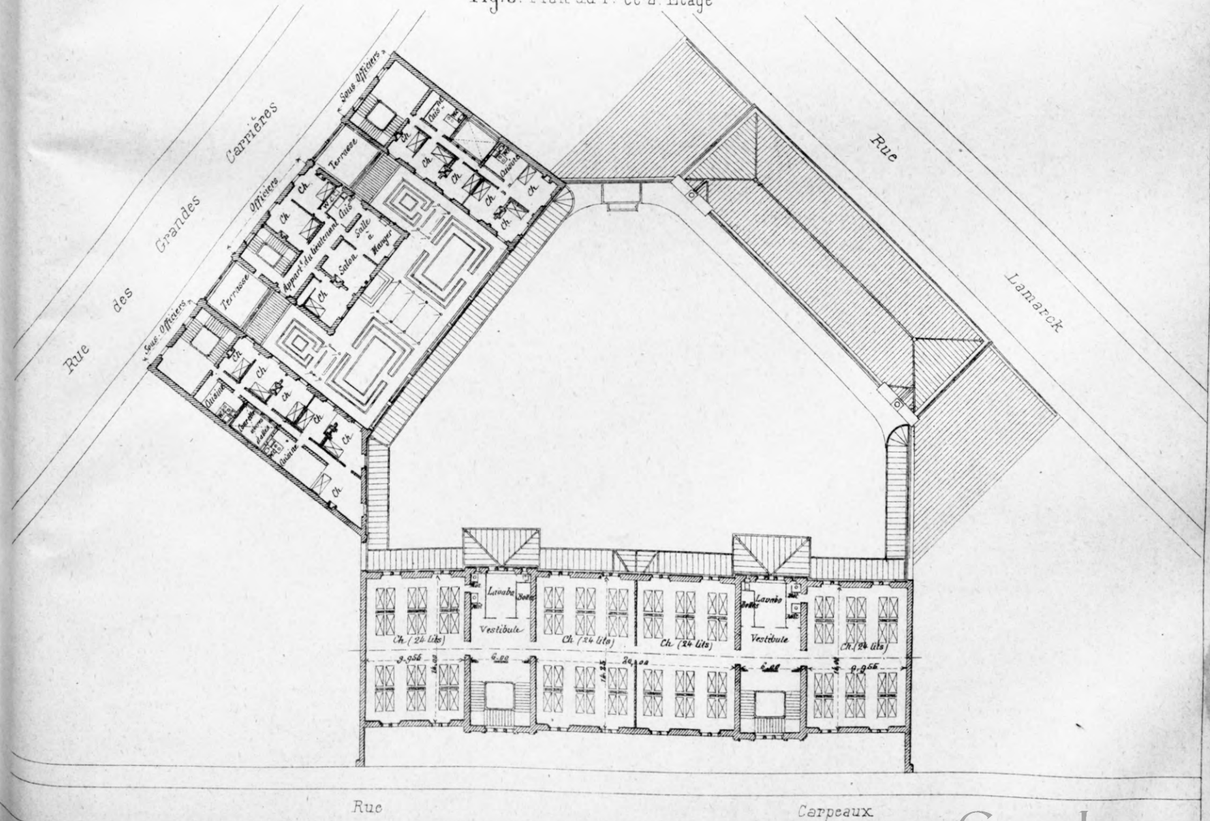


Fig. 3. Plan du 1er et 2e Etage



Digitized by Google

(1891) Ad. A. Guillot, rue Eblé 54 St Denis, Paris

Digitized by Google

Digitized by Google

FABRIQUE DE PAPIER A RUMFORD-FALLS (Etats-Unis)

Fig. 1. Coupe transversale.

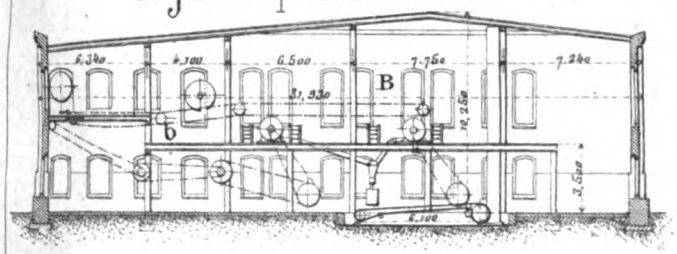


Fig. 2. Coupe longitudinale

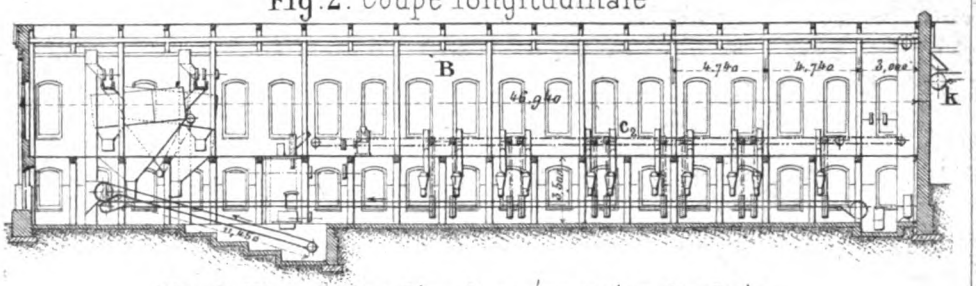


Fig. 3. Plan de l'atelier de préparation des bois

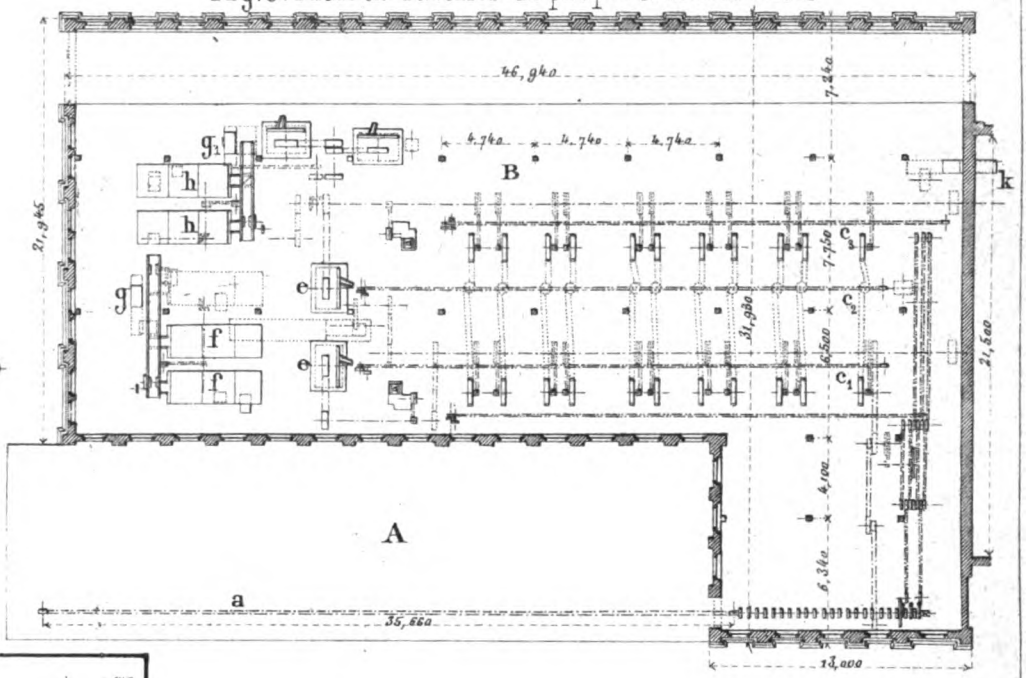


Fig. 4. Coupe par XY

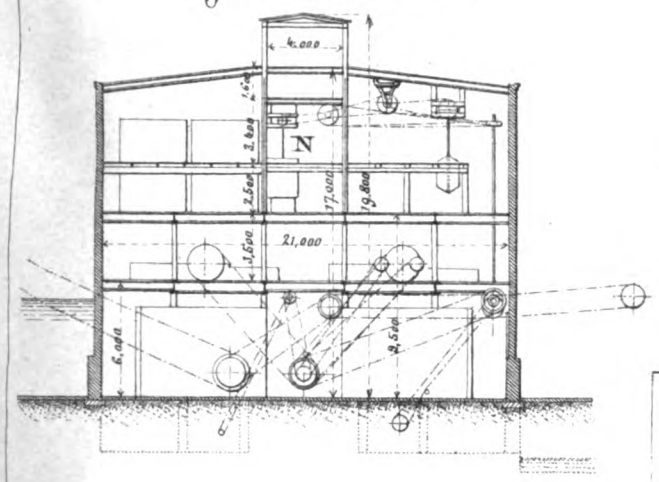
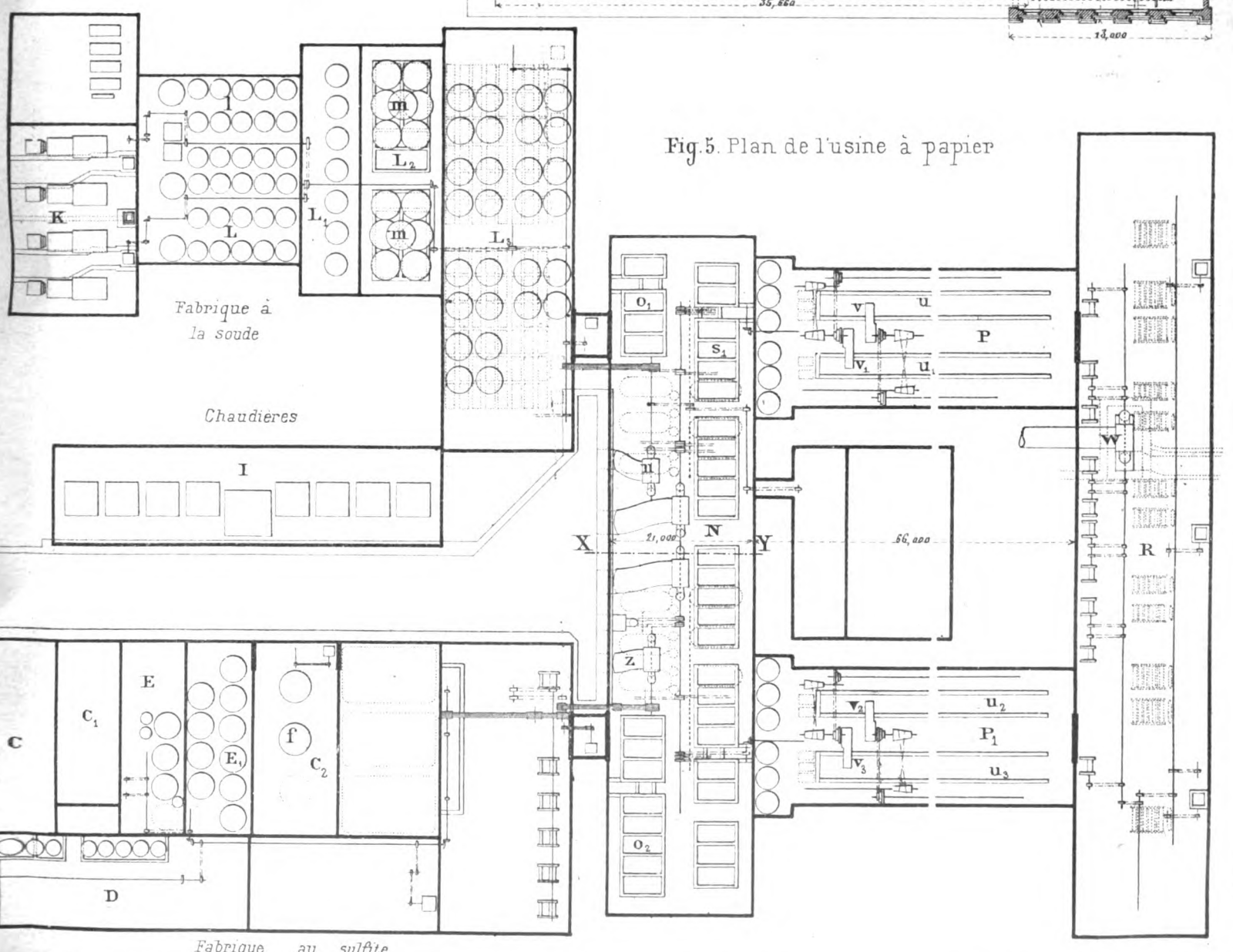


Fig. 5. Plan de l'usine à papier



Digitized by Google

Digitized by Google

TRANSBORDEUR DE 400M DE PORTÉE

Fig.2. Demi-Élévation

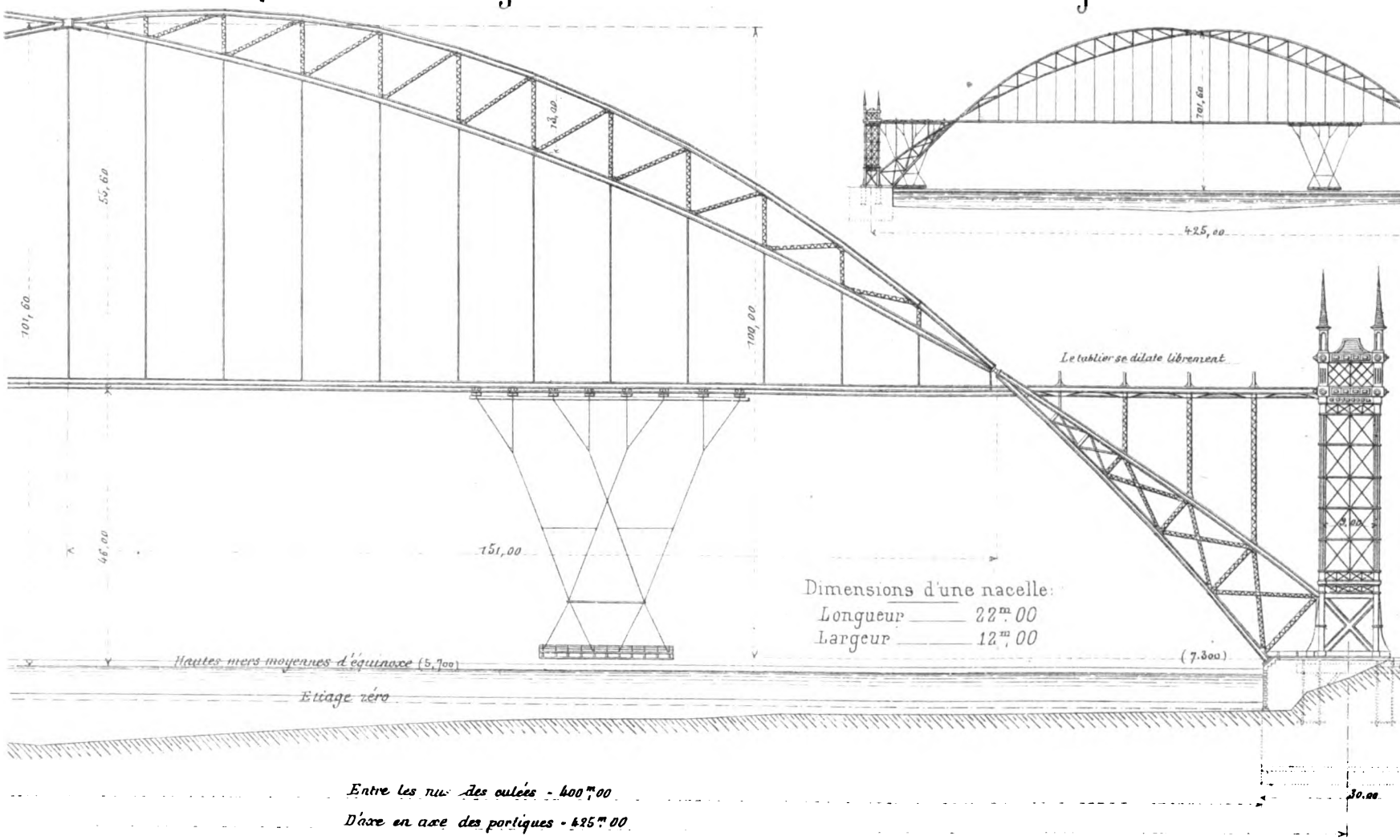


Fig.1. Élévation d'ensemble

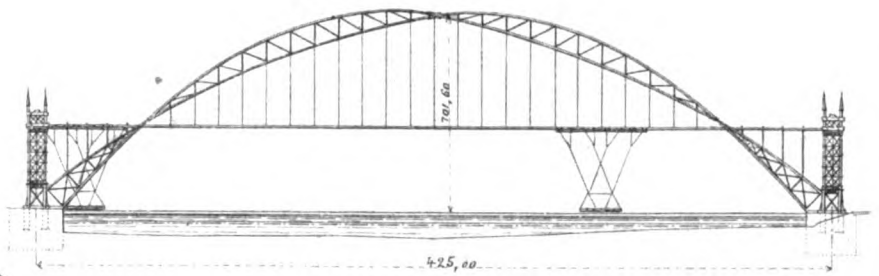


Fig.4. Vue en bout

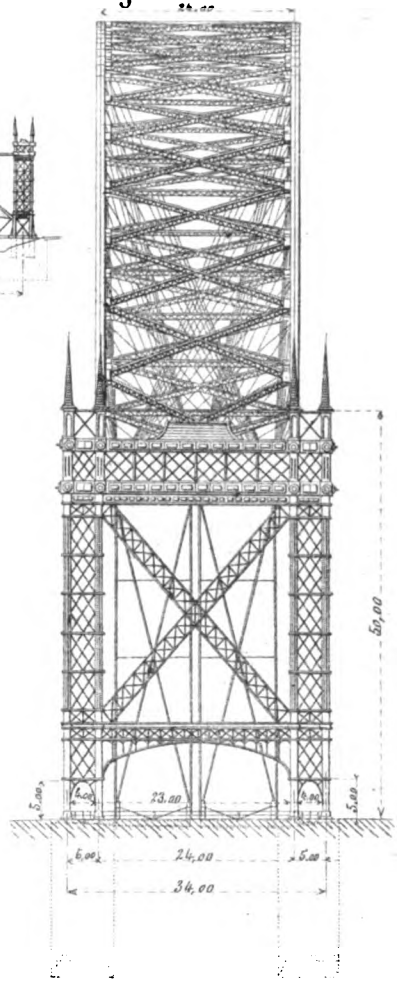


Fig.5. Coupe verticale sur l'axe

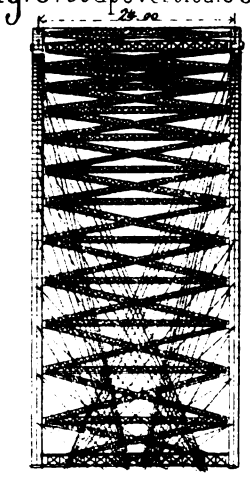
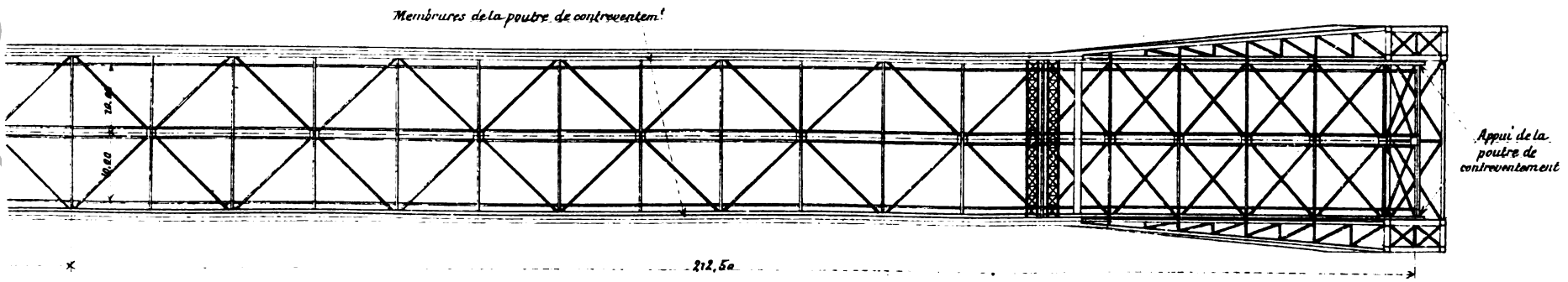


Fig.3. Demi-vue en plan.



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

VOITURE AUTOMOTRICE AVEC BOGIES
du Chemin de fer électrique Fribourg-Morat-Anet.

Fig. 1. Coupe et Elévation longitudinale

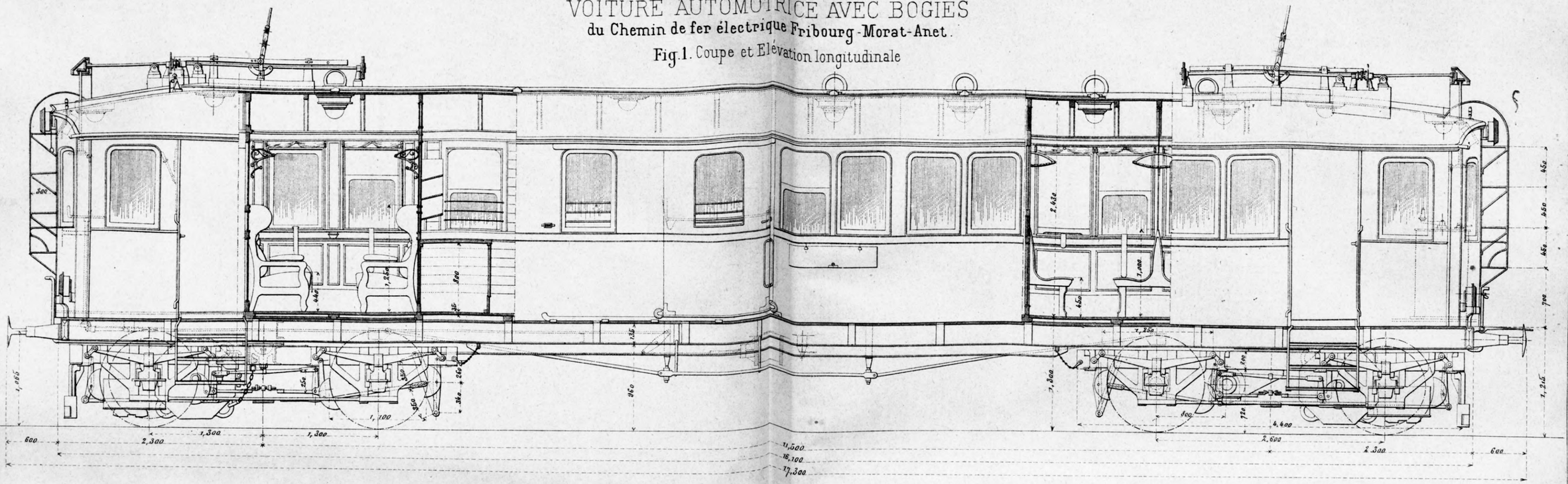


Fig. 3. Coupe transversale

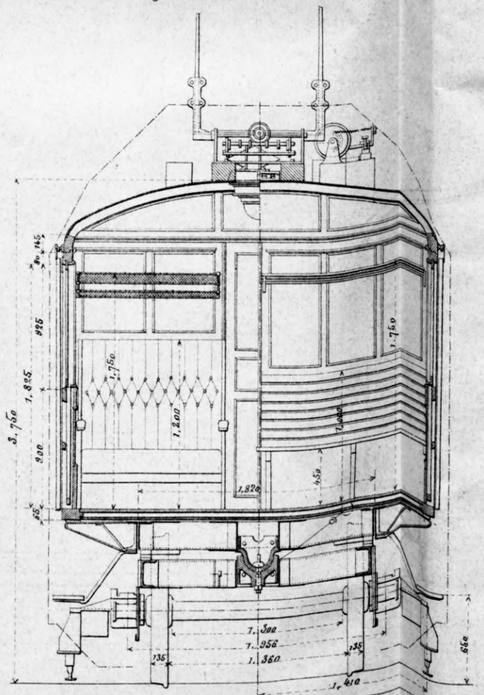


Fig. 2. Plan-coupe au-dessus du chassis

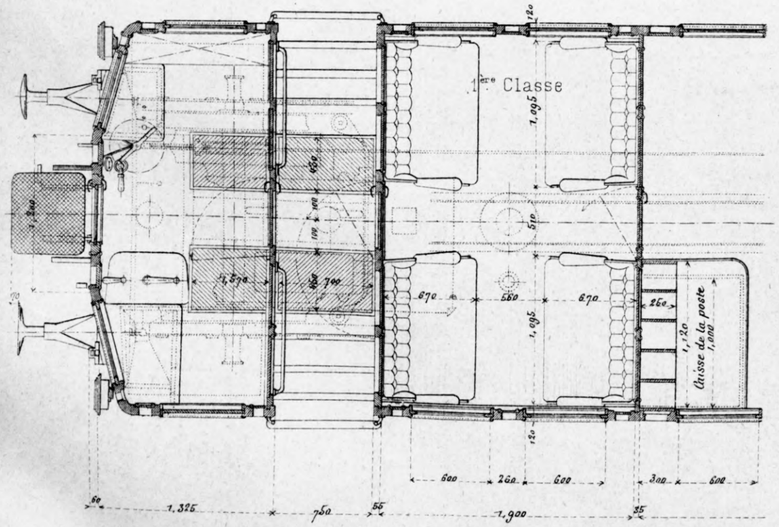


Fig. 4. Vue de l'arrière

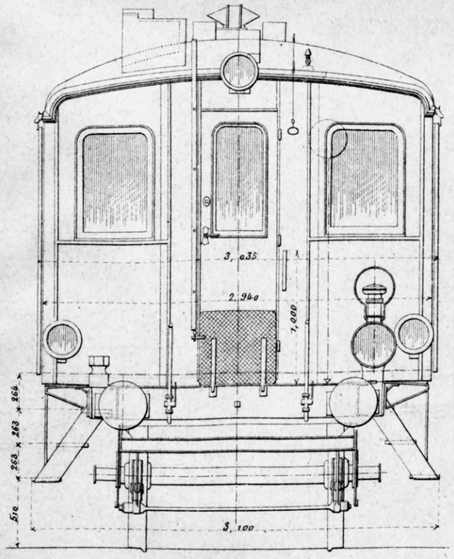
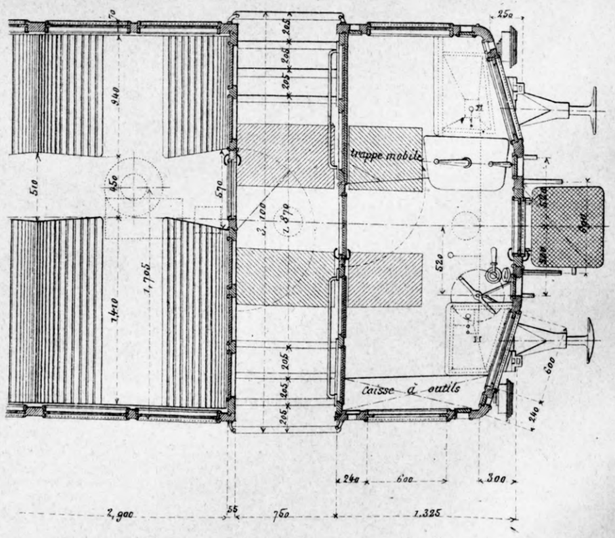


Fig. 5. Plan-coupe au-dessus du chassis.



(1312) Auto. A. Gentil, 188 Faubg St Denis, Paris

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

PONT SUSPENDU SEMI-RIGIDE DE VERNAISON (Rhône)

Fig. 1. Elévation générale

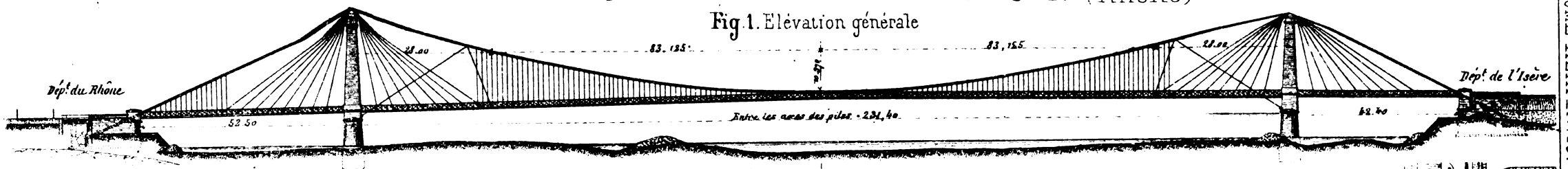


Fig. 2. Plan.

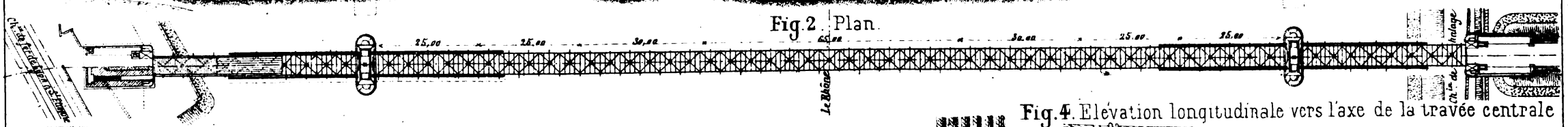


Fig. 3. Coupe transversale du tablier de la travée centrale

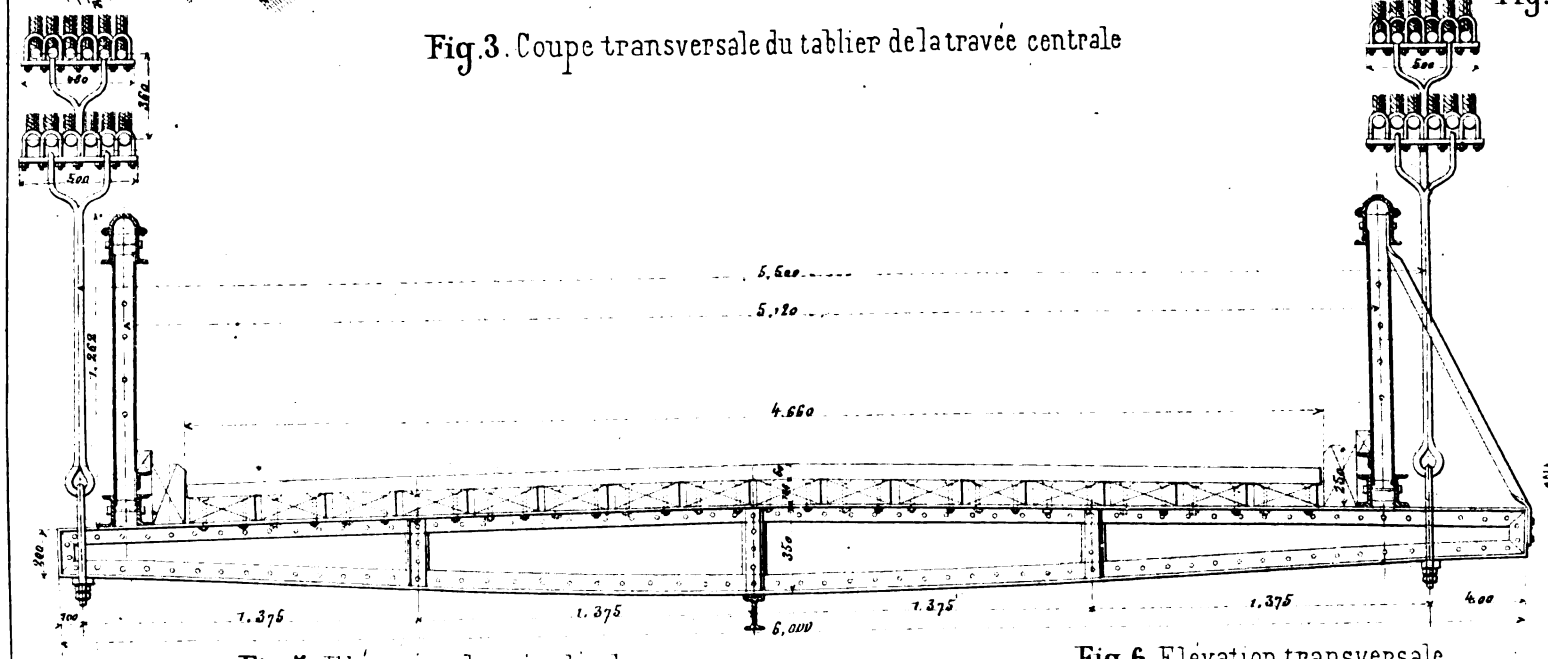


Fig. 4. Elévation longitudinale vers l'axe de la travée centrale

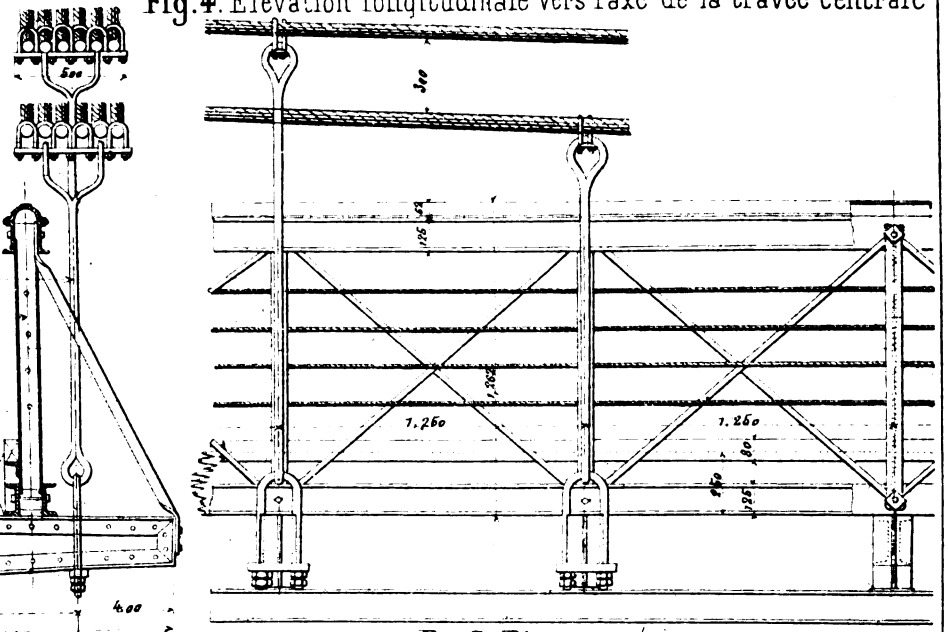


Fig. 5. Elévation longitudinale

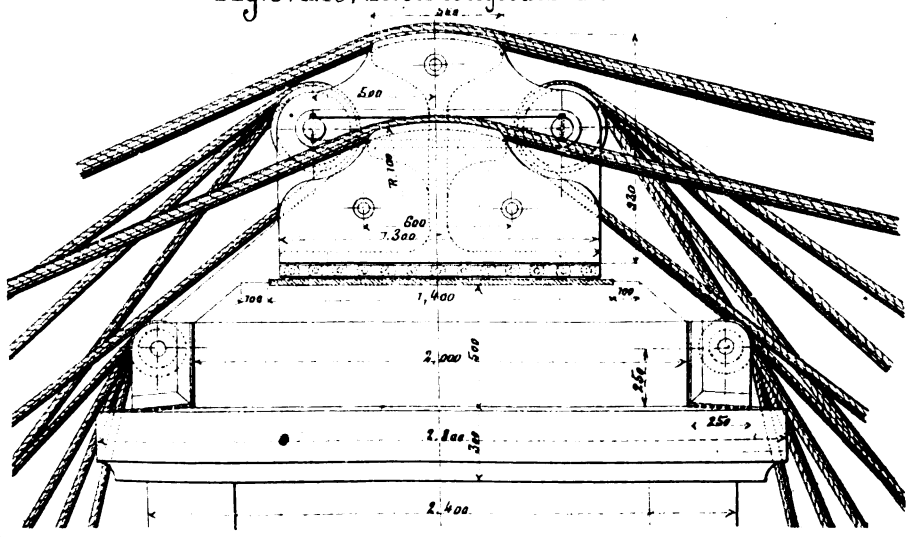


Fig. 6. Elévation transversale

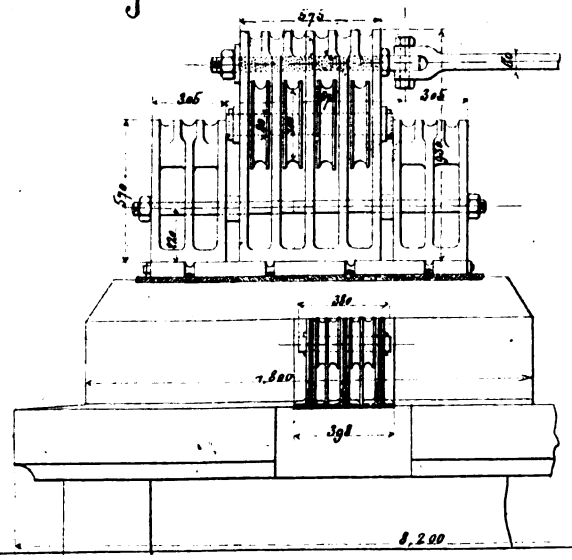
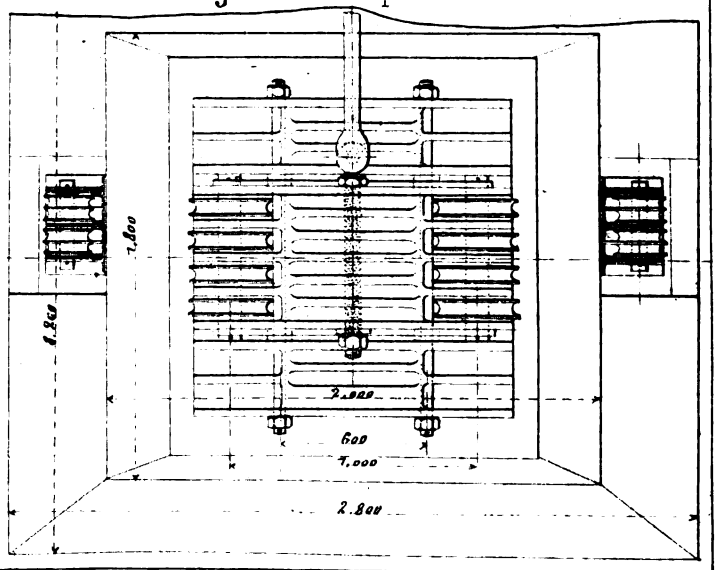


Fig. 7. Plan supérieur



Digitized by Google

Digitized by Google

INSTALLATION POUR LA FABRICATION DES ESSIEUX
en acier comprimé.

Fig. 1. Plan

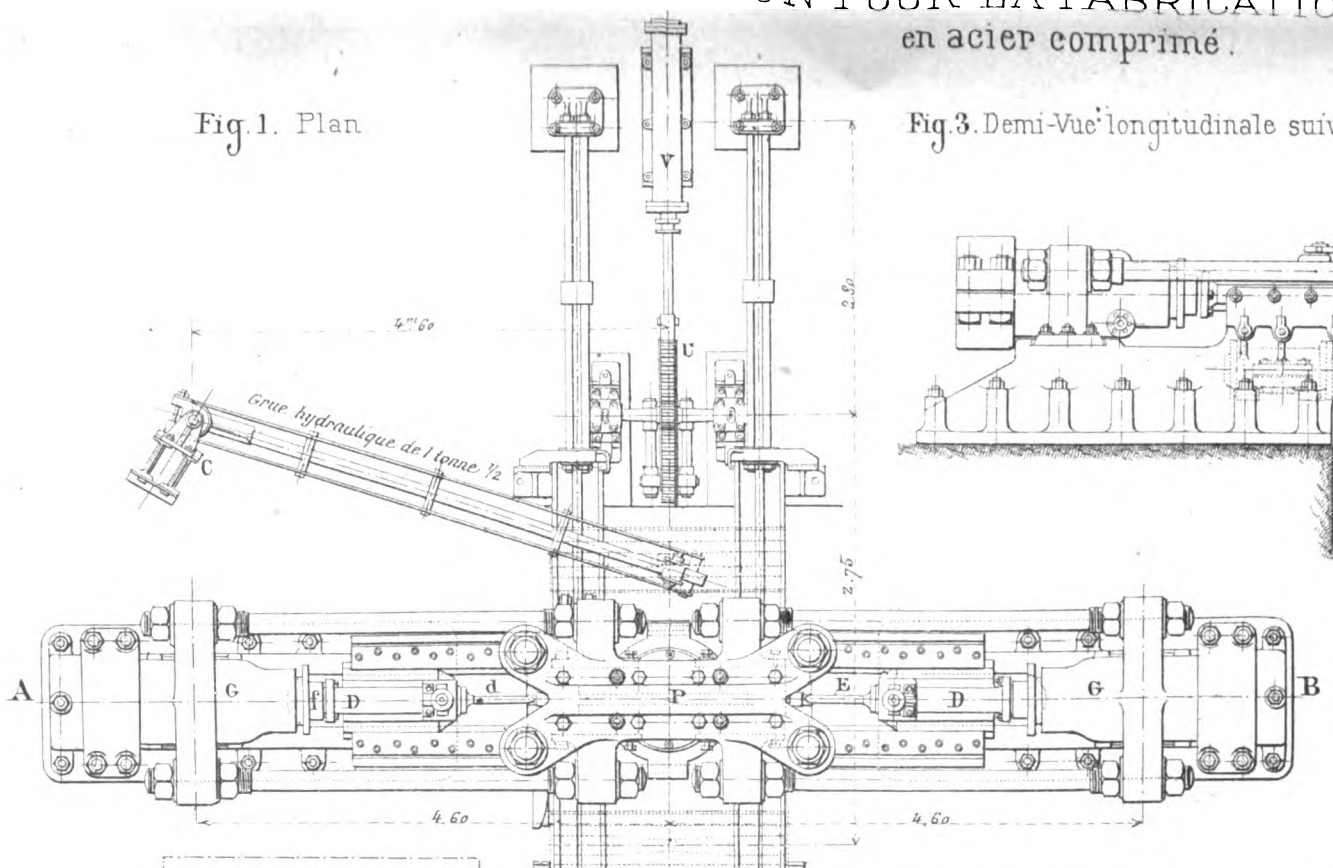


Fig. 3. Demi-Vue longitudinale suivant FH.

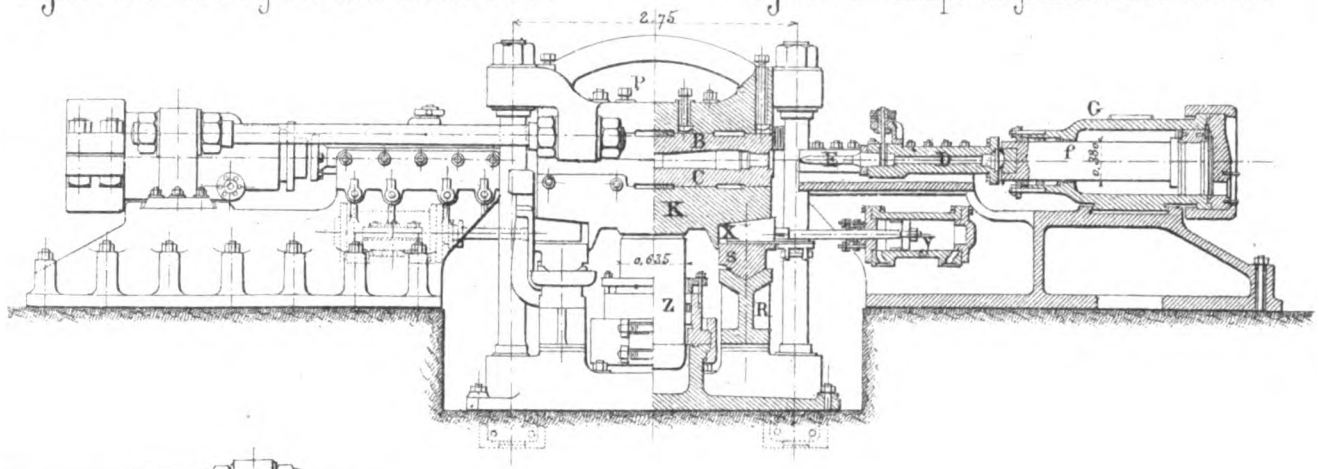


Fig. 4. Demi-Coupe longitudinale suivant AB

Fig. 2. Elévation longitudinale

(1515) Auto. A. Gentil, 188 Faubourg St Denis, Paris
Digitized by Google

Digitized by Google

LES BAINS PUBLICS KARL MÜLLER
à Munich.

Fig.1. Coupe longitudinale par la piscine des femmes, la cour intérieure et les bains romains

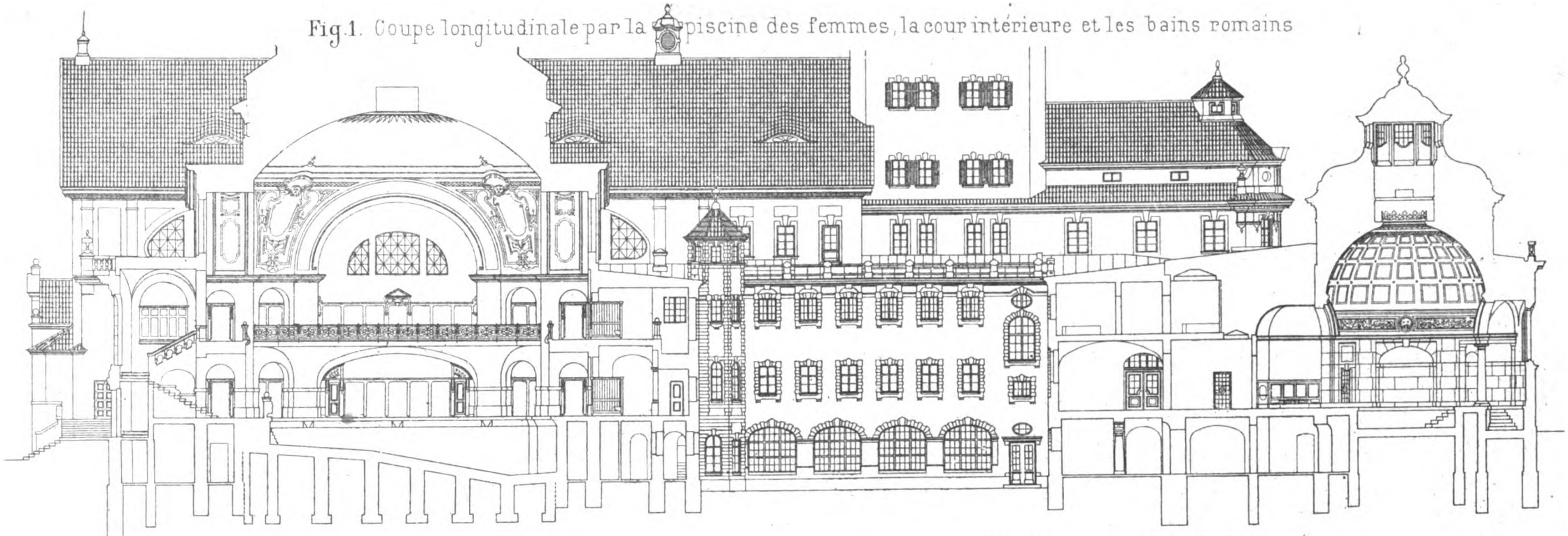


Fig.2. Plan du Sous-Sol

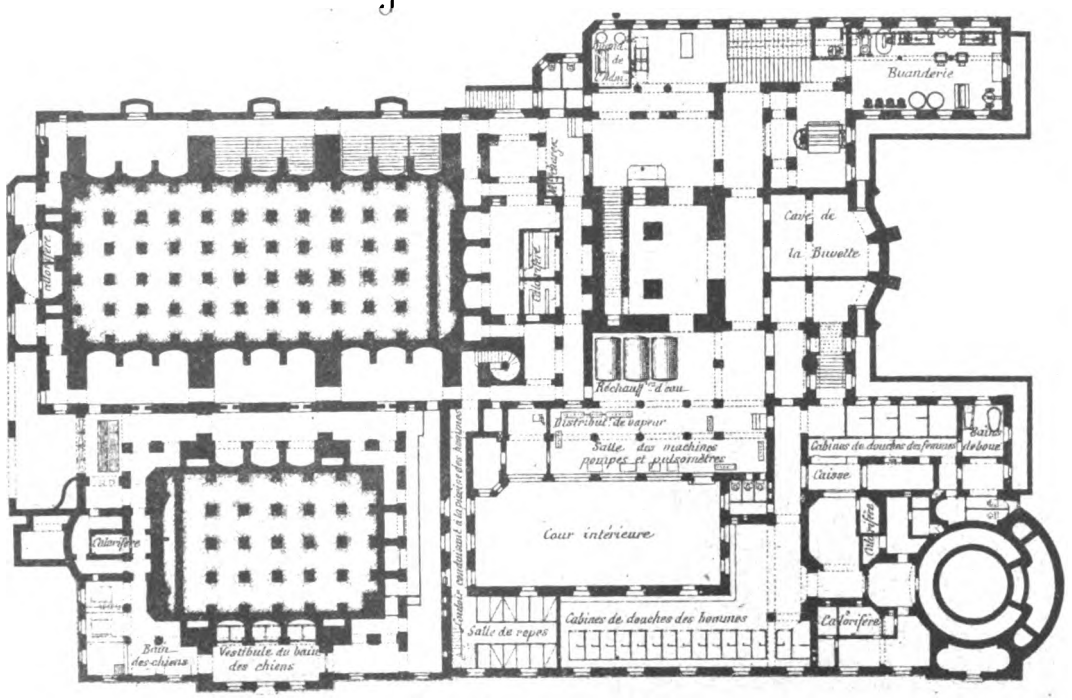
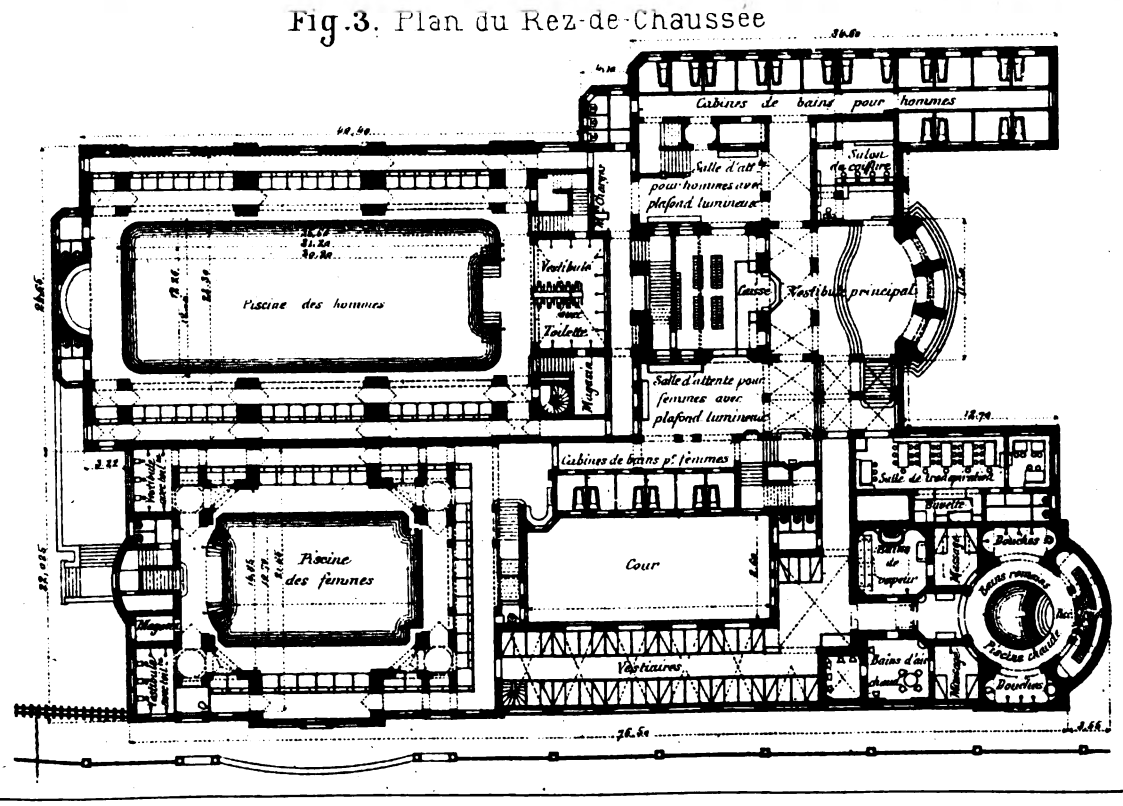


Fig.3. Plan du Rez-de-Chaussée



Digitized by Google

Digitized by Google

USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE CAUVERY-FALLS (Inde)

Fig. 1. Coupe longitudinale

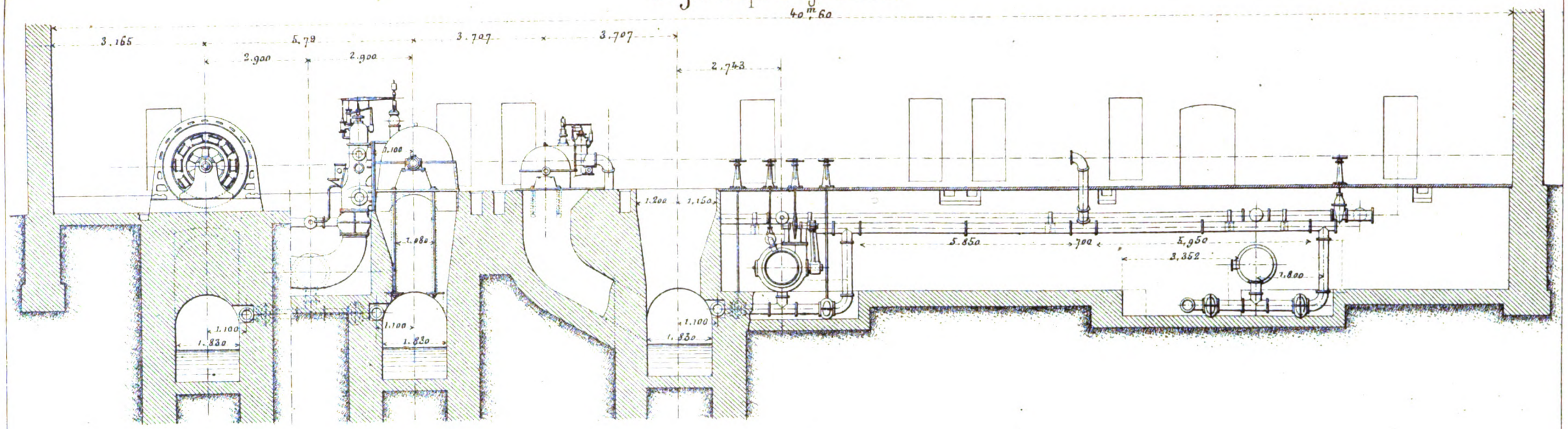
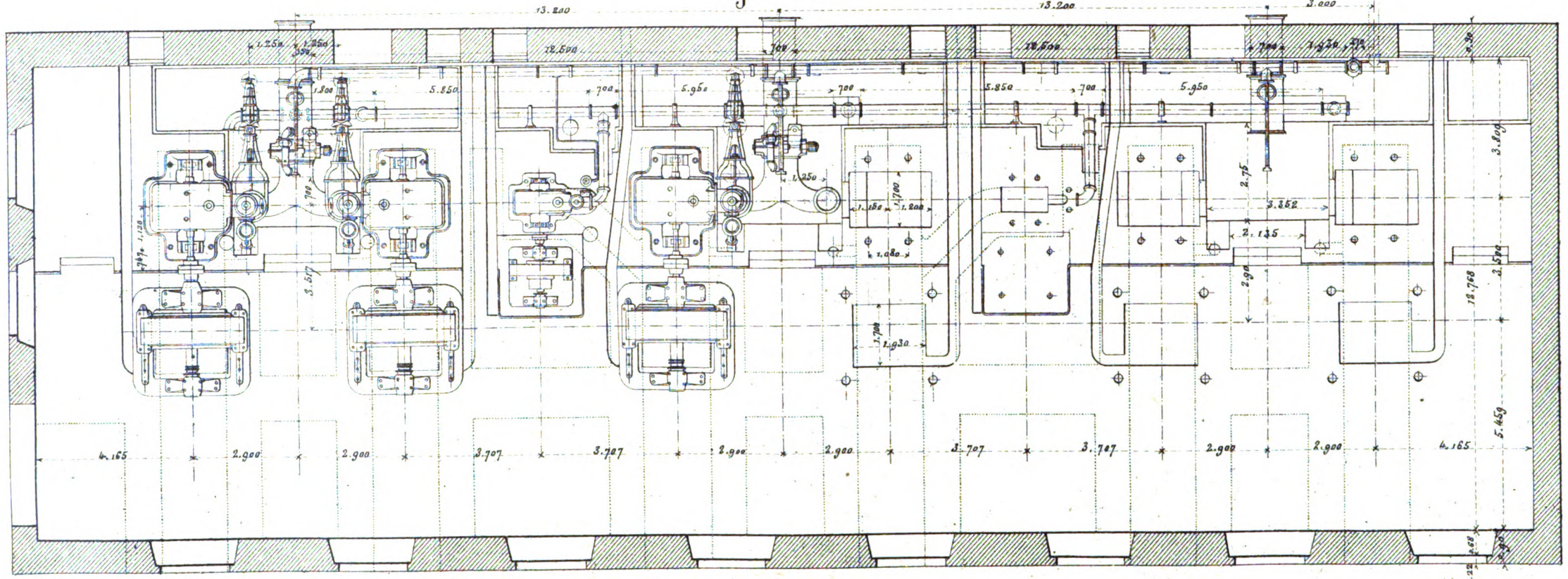


Fig. 2. Plan.



PI. XIII

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

VOITURE AUTOMOTRICE DU MANHATTAN RAILWAY

à New-York

Fig. 1. Elévation d'une voiture

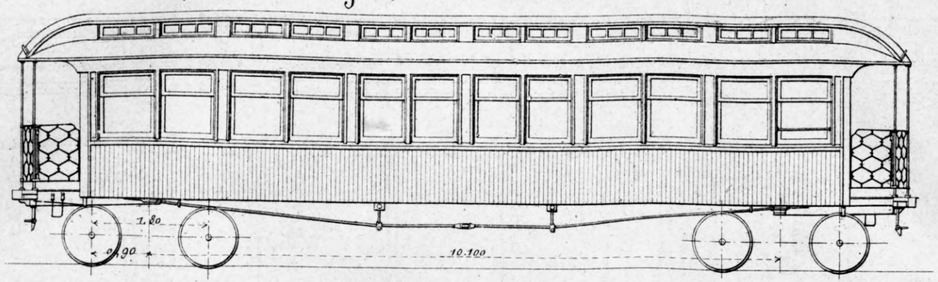


Fig. 2. Plan d'ensemble

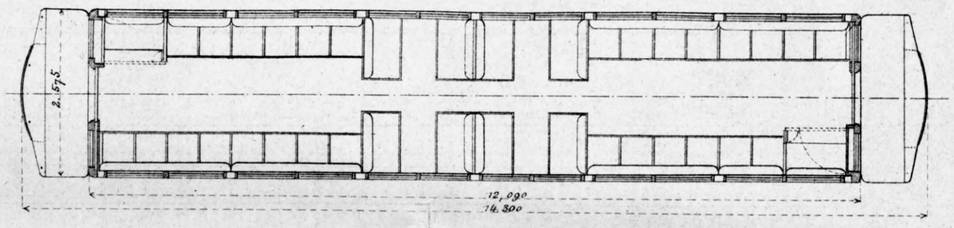


Fig. 3 à 5. Bogie.

Fig. 3. Plan

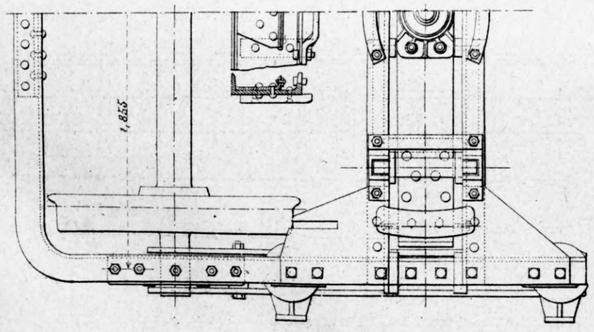


Fig. 5. Coupe

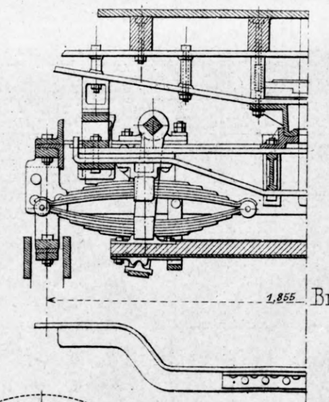


Fig. 4. Elévation

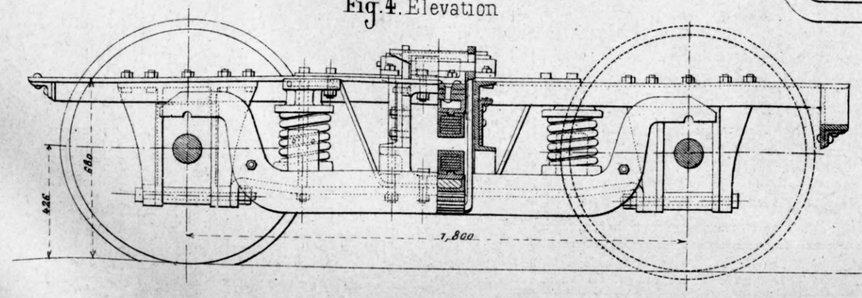


Fig. 8. Brosse pneumatique pour le 3e rail.

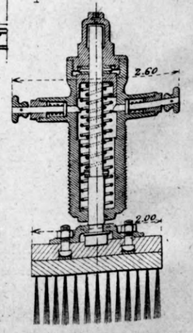


Fig. 6. Coupe longitudinale

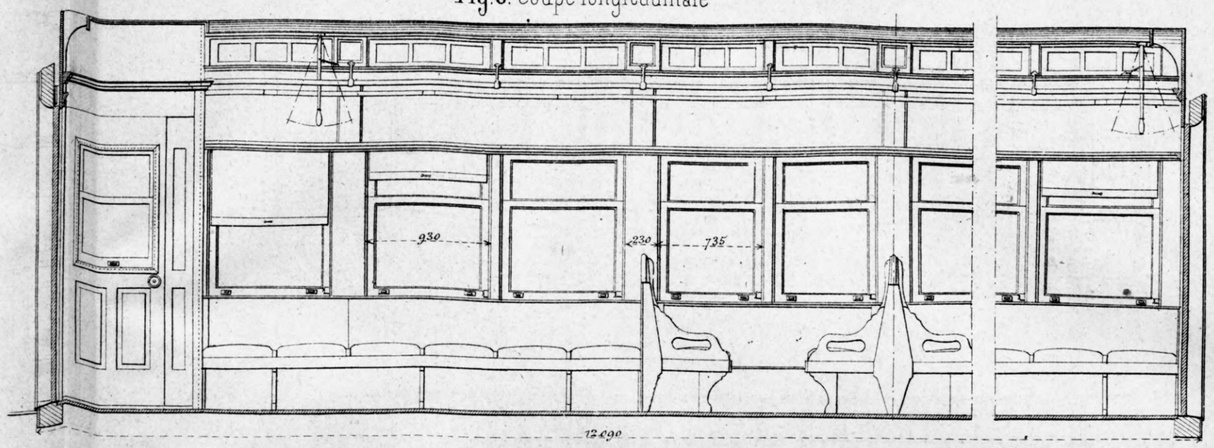


Fig. 7. Construction de la caisse

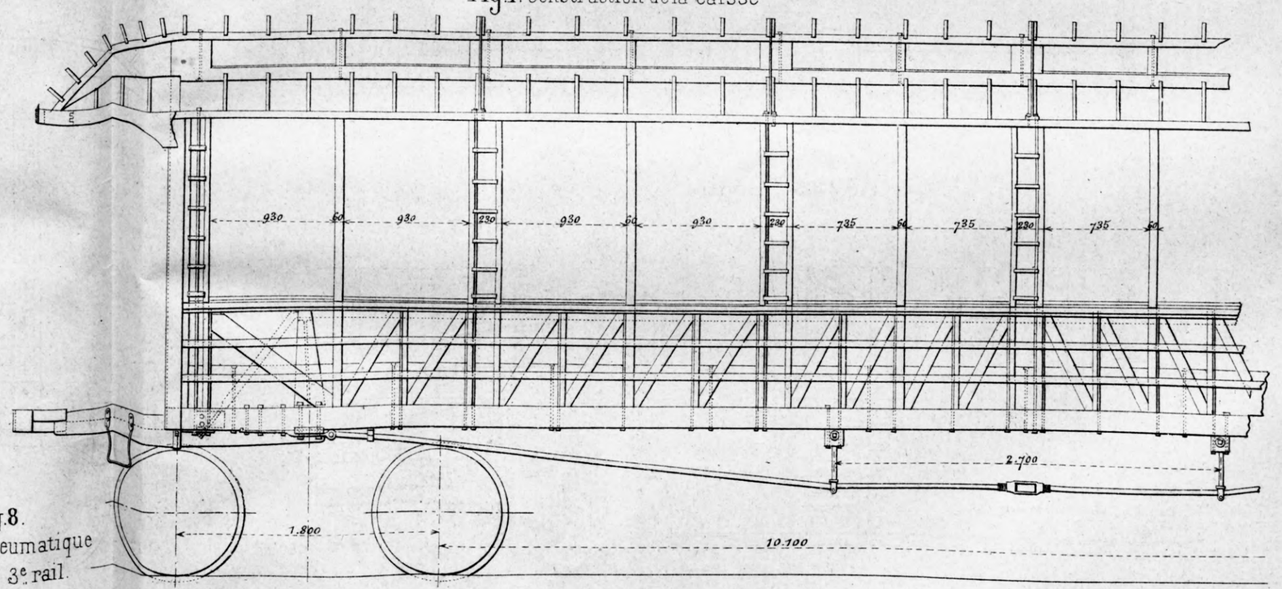


Fig. 9. Patin de prise de courant

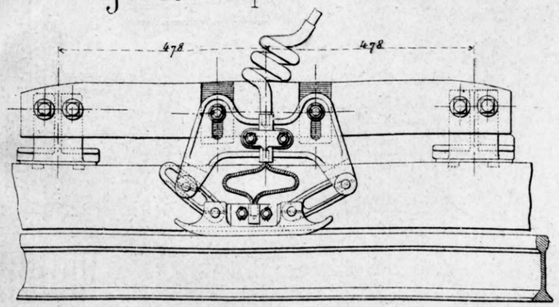
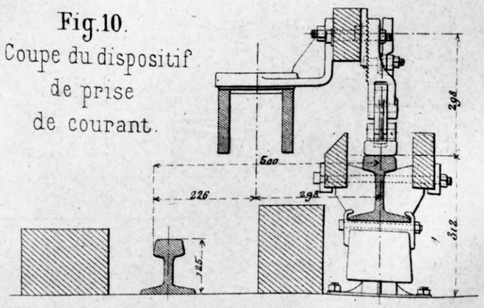


Fig. 10. Coupe du dispositif de prise de courant.



(1643) Auto. A. Gentil, 181 Faubourg St. Denis, Paris

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

LOCOMOTIVE COMPOUND A 3 CYLINDRES DE LA Cie DU MIDLAND

Fig. 1. Coupe longitudinale

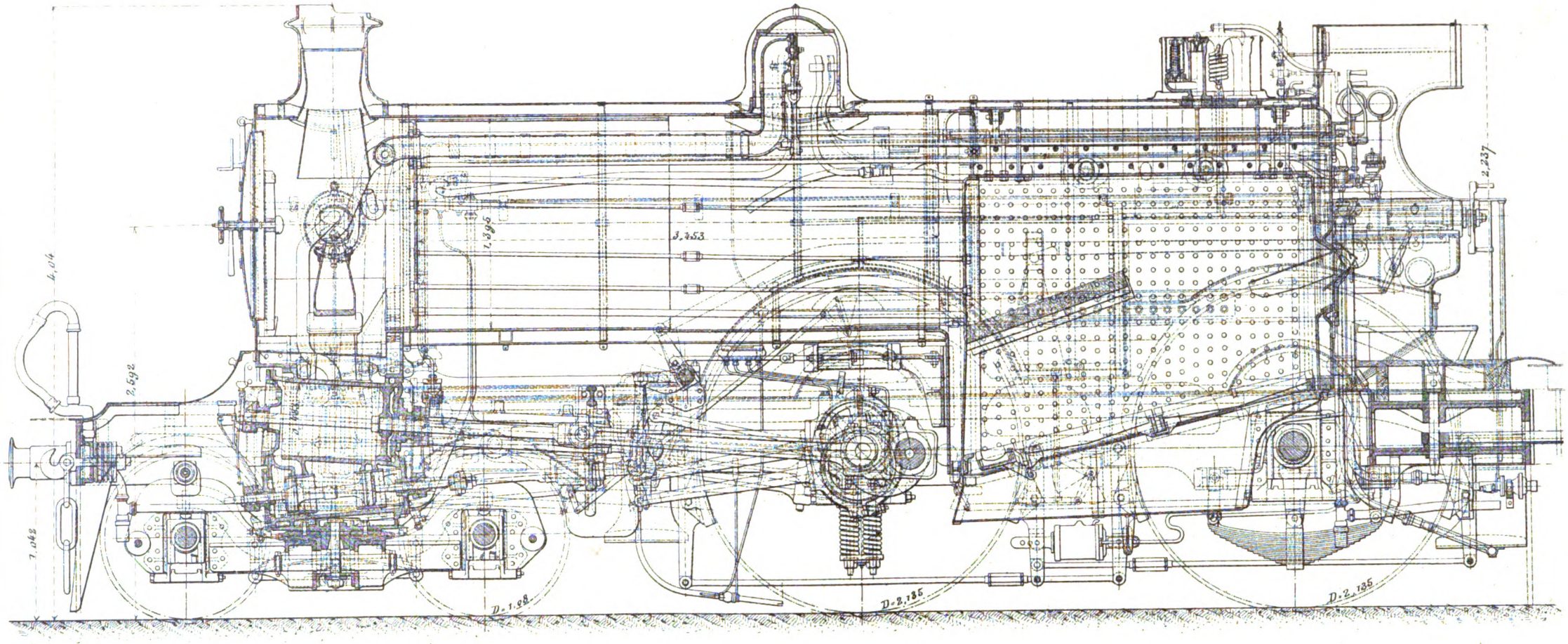
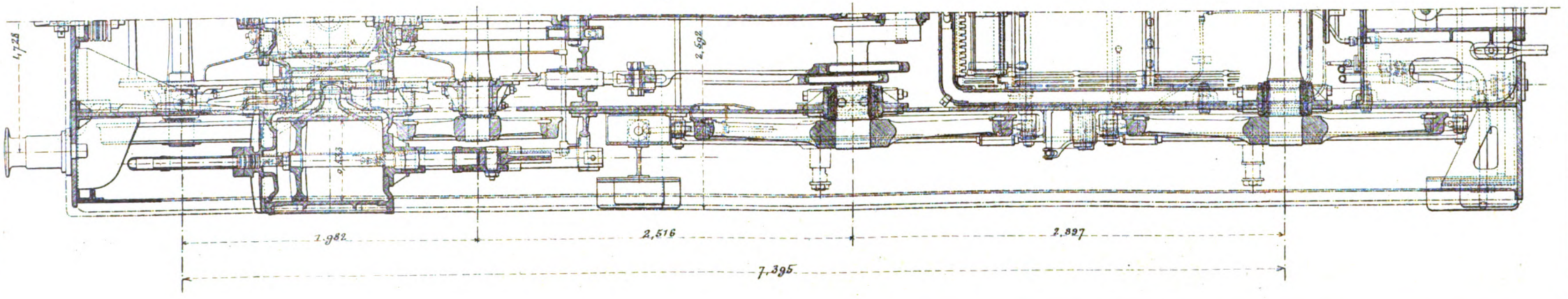


Fig. 2. Demi-vue en plan



1868 Aug. Goupil, rue Taitbout, Paris

Digitized by Google

Digitized by Google

NOUVEAUX TYPES DE SURCHAUFFEURS DE VAPEUR

Fig. 1. Batterie de 2 surchauffeurs pour 120.000 K de vapeur à l'heure

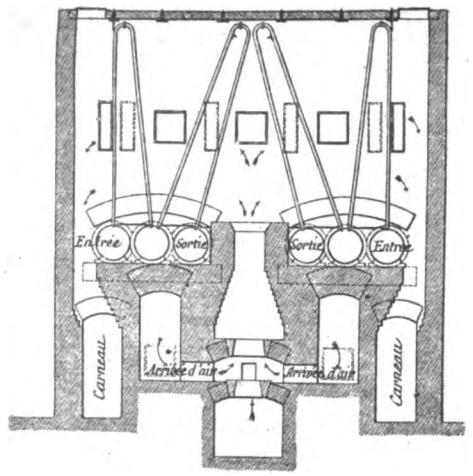


Fig. 2. Surchauffeur avec gazogène inférieur

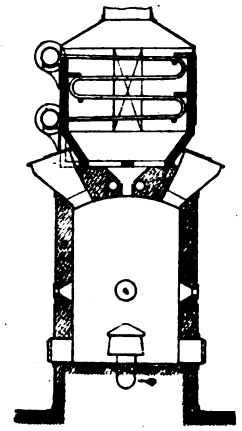


Fig. 3. Surchauffeur à foyer ordinaire et réservoir de chaleur

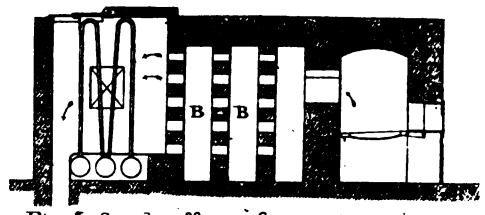


Fig. 4. Surchauffeur à foyer automatique

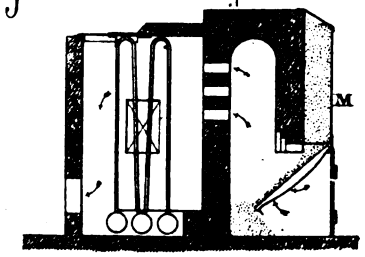


Fig. 5 et 6. Surchauffeur cylindrique

Fig. 5.

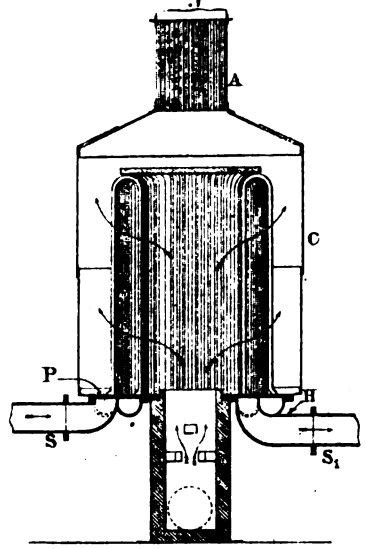


Fig. 7 et 8. Surchauffeurs montés sur chaudières Lancashire.

Fig. 7.

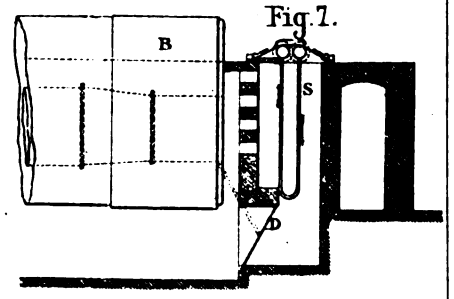


Fig. 8.

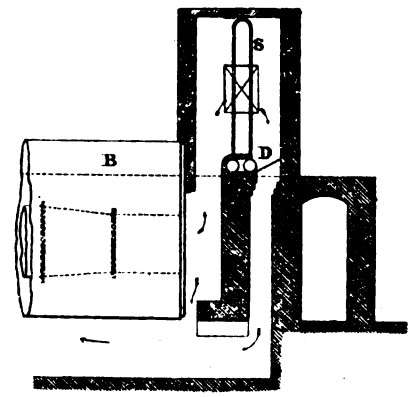


Fig. 9. Surchauffeur appliqué à une chaudière semi-tubulaire

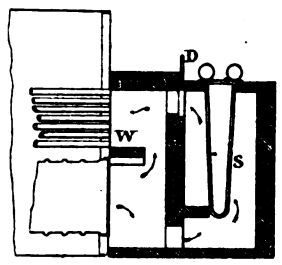


Fig. 10. Surchauffeur sur chaudière marine

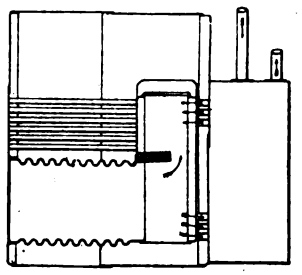


Fig. 11 et 12. Surchauffeur avec évacuation directe des gaz

Fig. 11.

Fig. 12

Fig. 6.

Fig. 11 et 18. Projet de surchauffeur à circulation

Fig. 17.

Fig. 18.

Fig. 13. Dispositif pour la protection d'un surchauffeur direct

Fig. 14, 15 et 16. Surchauffeur monté sur l'évacuation des gaz d'une chaudière marine.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

(1904) Auto. A. Lencelot, 19 rue St-Denis, Paris
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

SUCRERIE DE RETZIN PRÈS DE BERLIN

Fig.1. Coupe longitudinale suivant CD

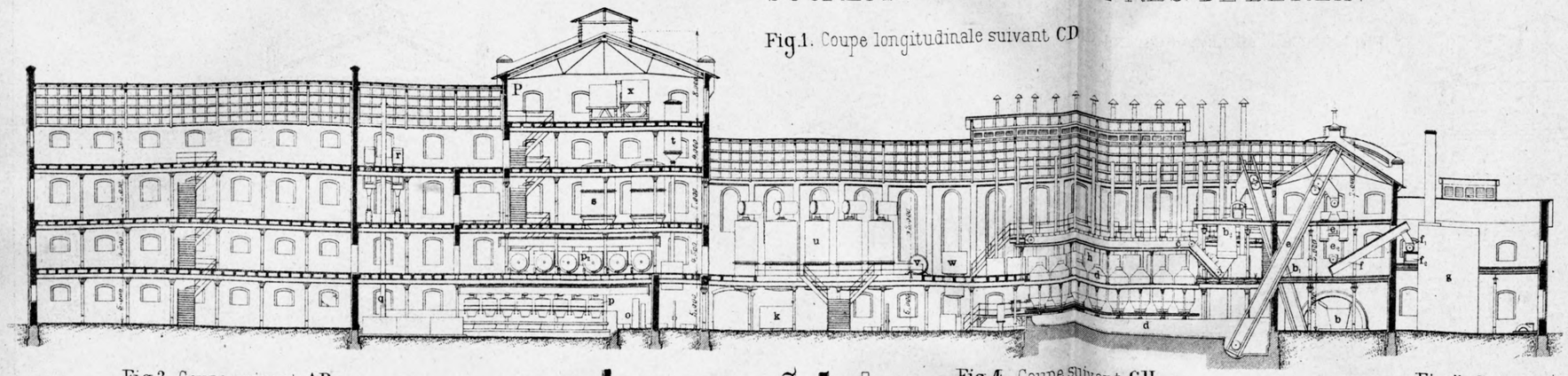


Fig.2. Elévation du pavillon P

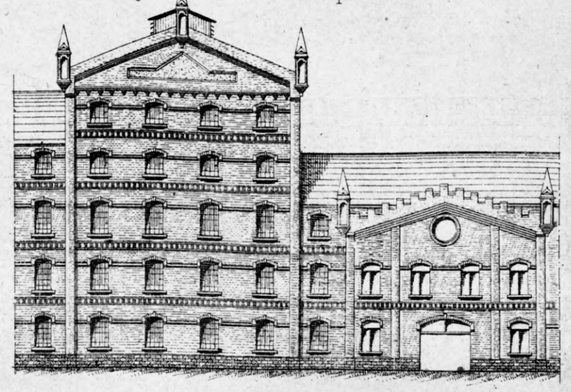


Fig.3. Coupe suivant AB

Fig.4. Coupe suivant GH

Fig.5. Coupe suivant MN

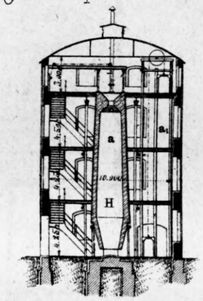


Fig.6. Coupe suivant PQ

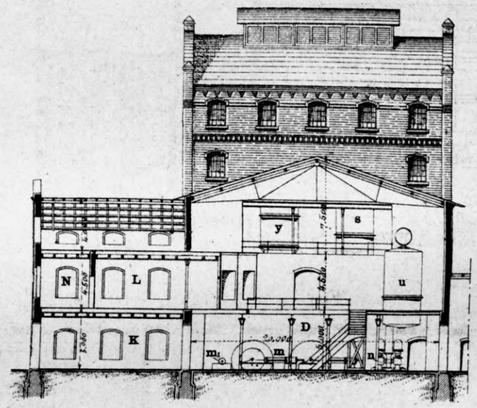


Fig.7. Plan du Rez-de-Chaussée

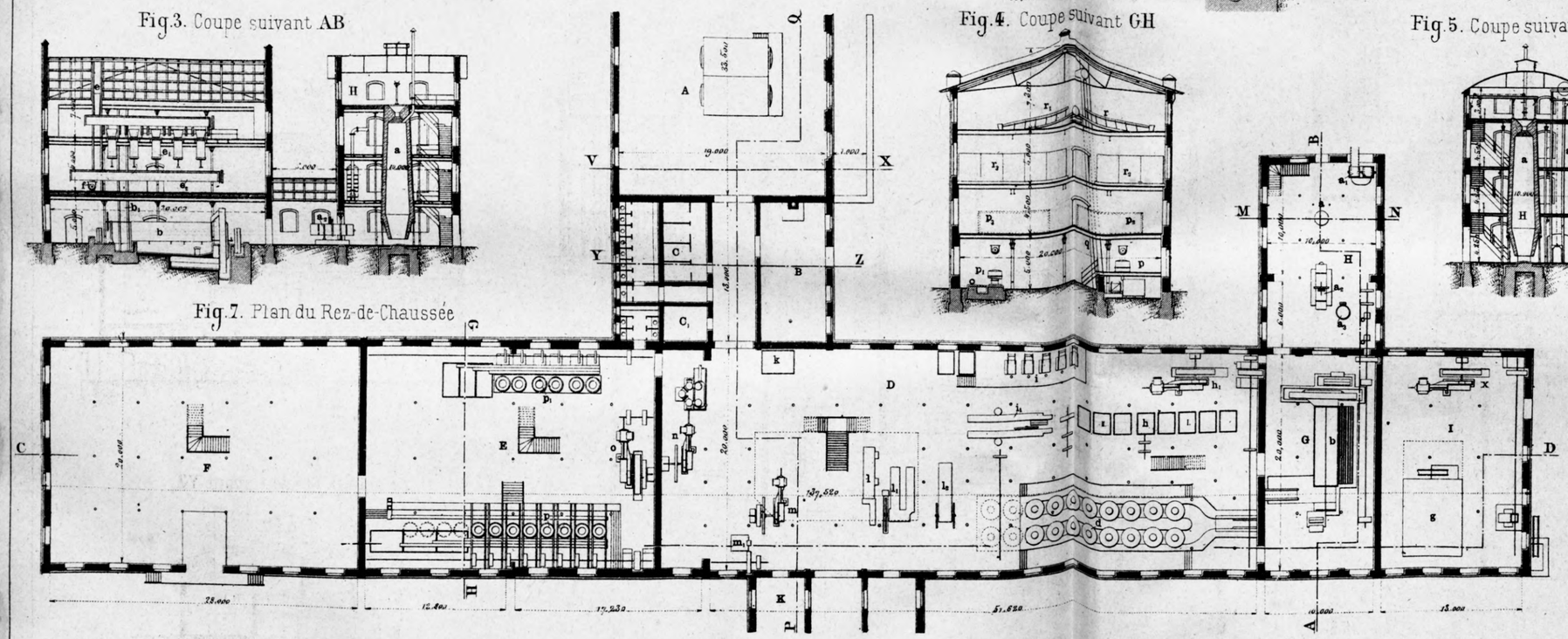


Fig.8. Coupe suivant YZ

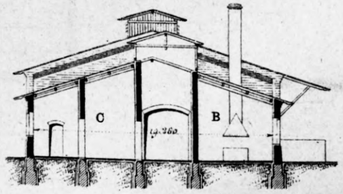


Fig.9. Plan du 1er Etage

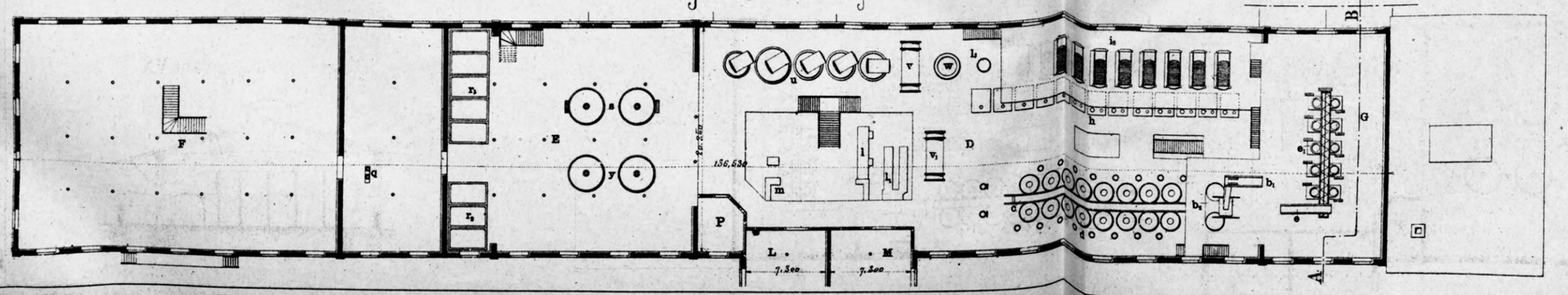
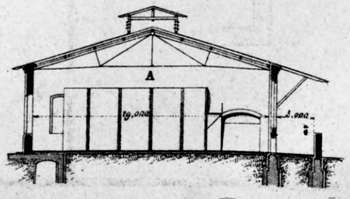


Fig.10. Coupe suivant VX



Digitized by Google

(1878) Auto. A. Gentil, 188, Faub.St Denis, Paris

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

DRAGUE MARINE PORTEUSE "RÉGENCE" A GODETS A SUCCION ET A REFOULEMENT

Fig. 1. Coupe au couple 34

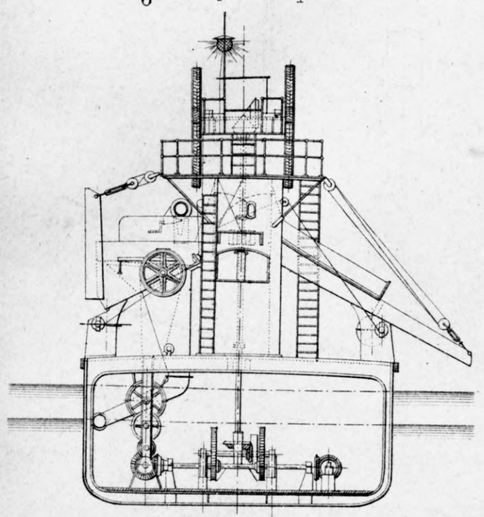


Fig. 2. Vue longitudinale

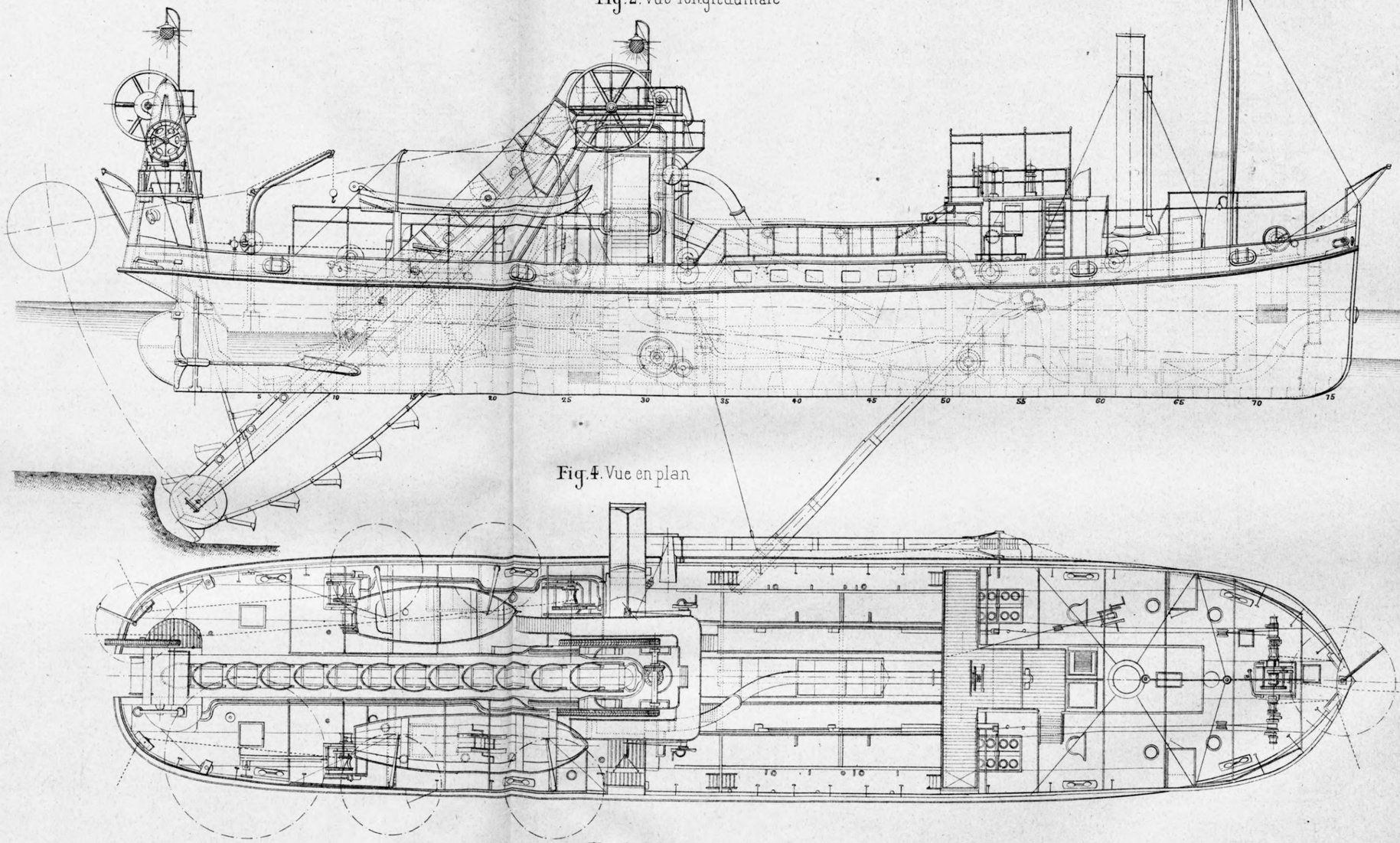


Fig. 3. Coupe au couple 61

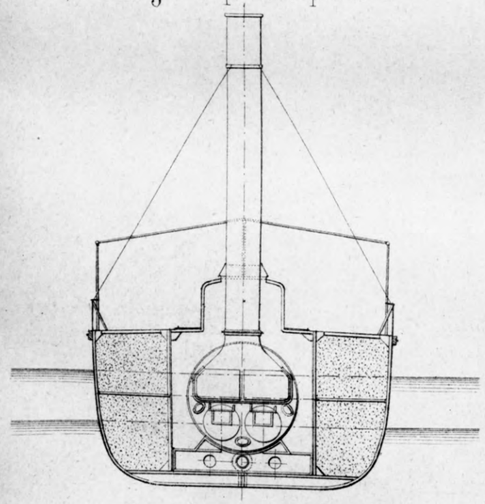


Fig. 4. Vue en plan

Fig. 5. Coupe au couple 42

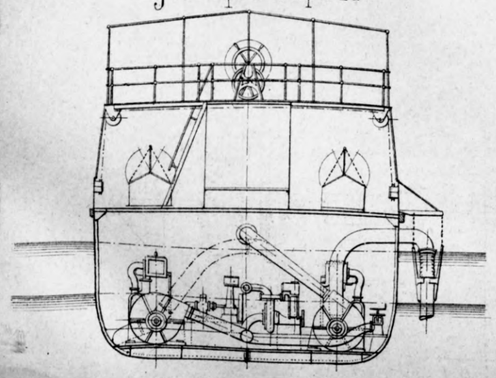
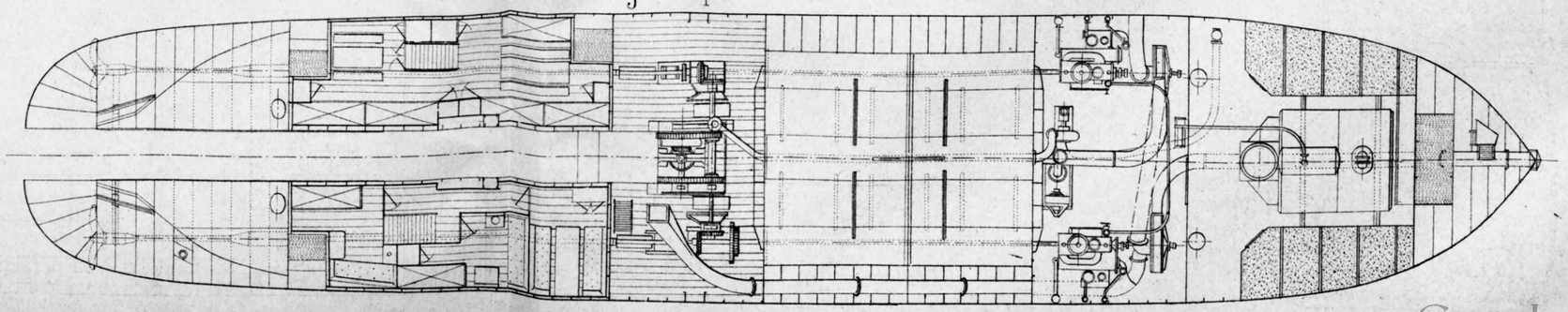


Fig. 6. Coupe horizontale



Digitized by Google

(2112) Auto. A. Gentil, rue Rub. St. Denis. Paris

Digitized by Google

Digitized by Google

INSTALLATION HYDRAULIQUE DU LABORATOIRE D'ESSAIS
du Conservatoire des Arts et Métiers

Fig.1 à 2. Pompe de refoulement

Fig.1. Elévation

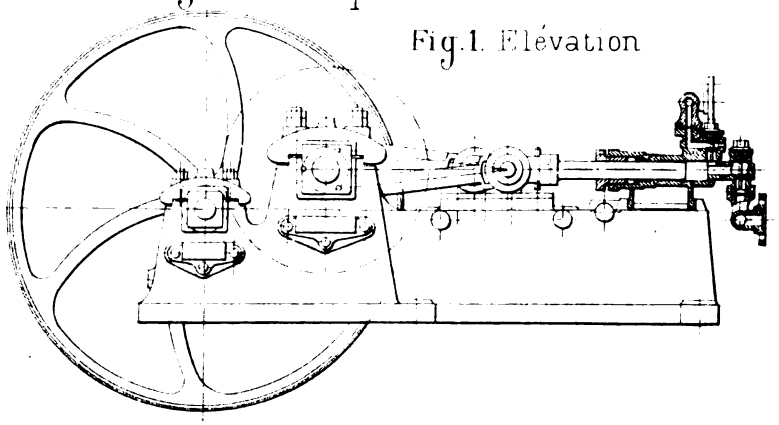


Fig.2. Plan

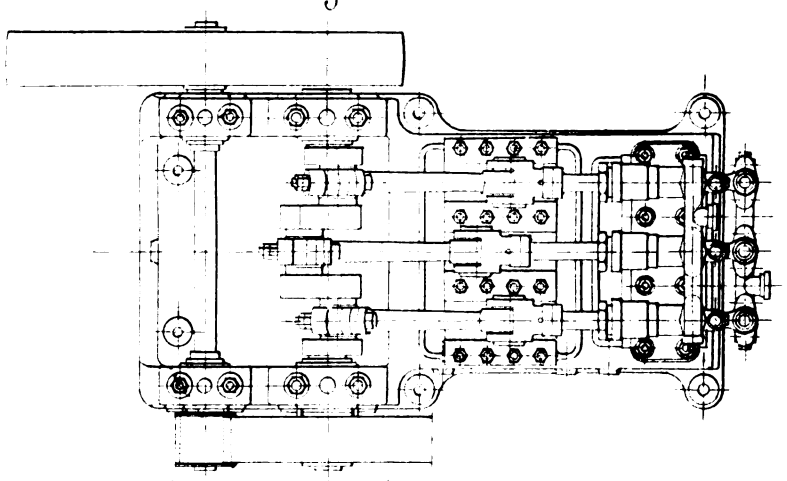


Fig.11. Servo-moteur hydro-électrique pour l'embrayage et le débrayage automatique de la pompe

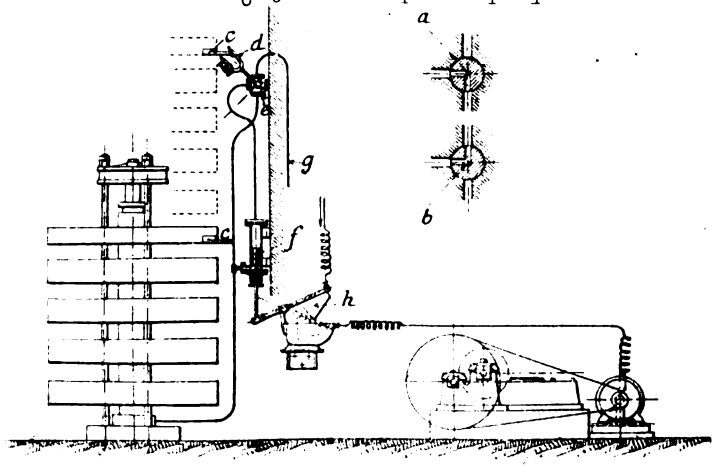


Fig.3. Accumulateur à pression variable

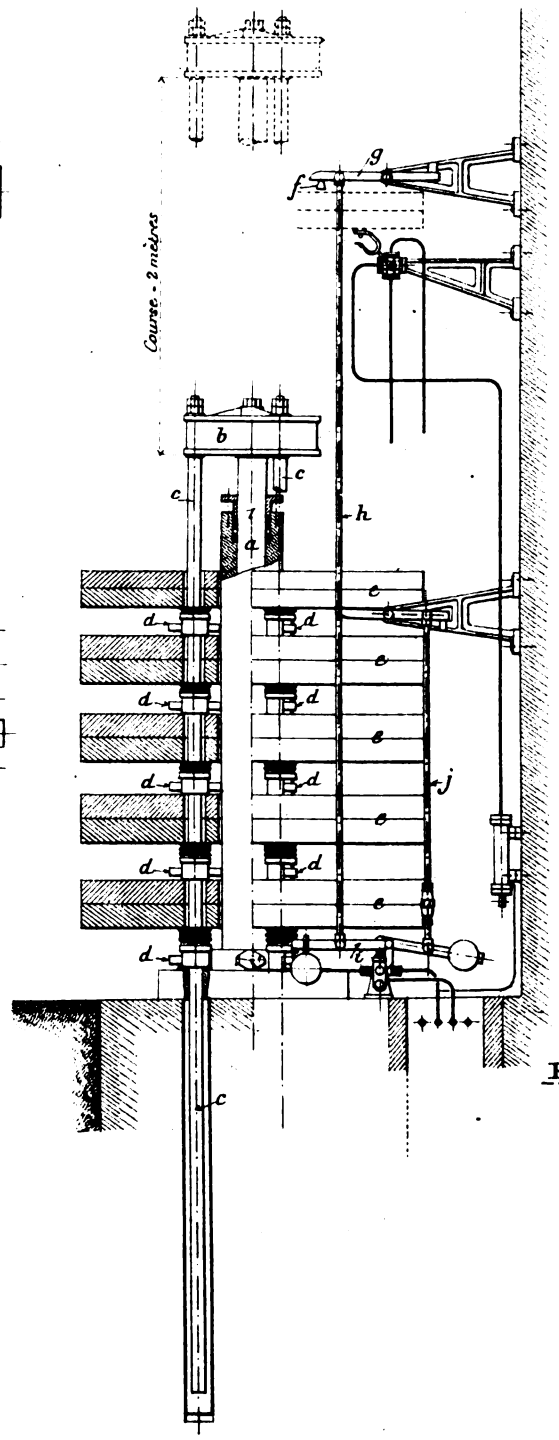


Fig.4 à 8. Boite de sûreté.

Fig.4. Plan

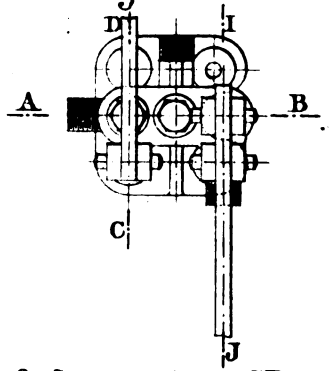


Fig.5. Coupe suivant AB

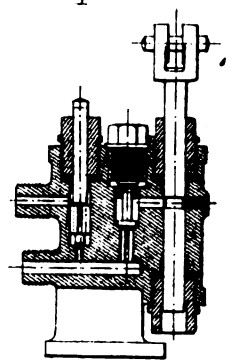


Fig.6. Coupe suivant CD

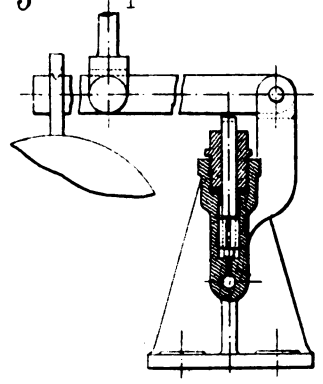


Fig.7. Appareil de ralentissement de vitesse
Coupe suivant IJ.

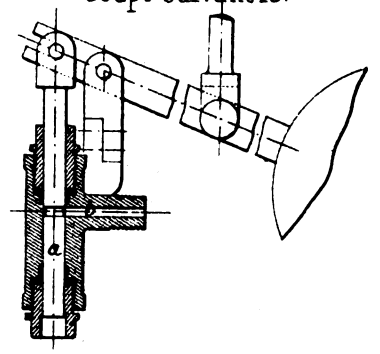


Fig.8. Plan.

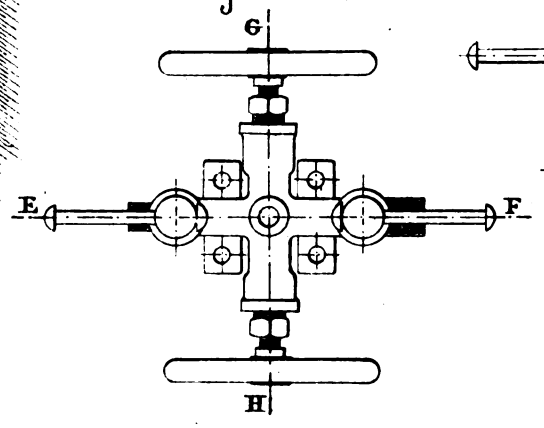


Fig.9. Coupe suivant EF.

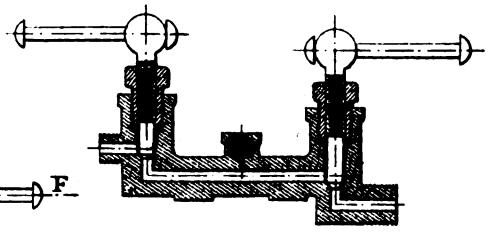


Fig.10. Coupe suivant GH

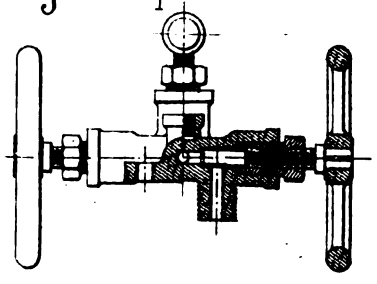


Fig.8 à 10
Appareil de distribution.

Digitized by Google

Digitized by Google

MACHINE A ESSAYER LES CAOUTCHOUCS

du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers

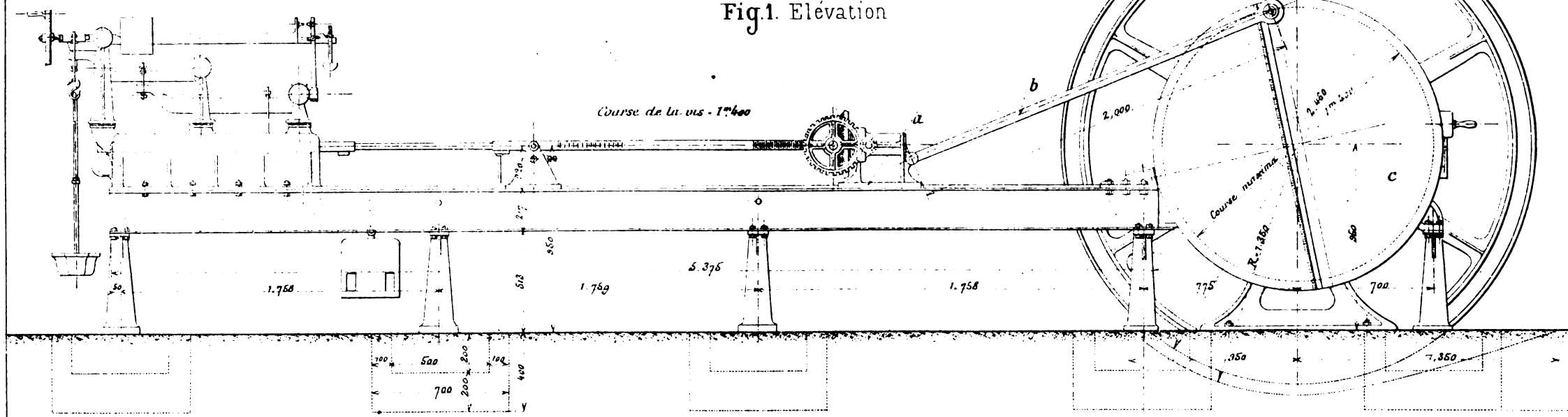


Fig. 1. Elévation

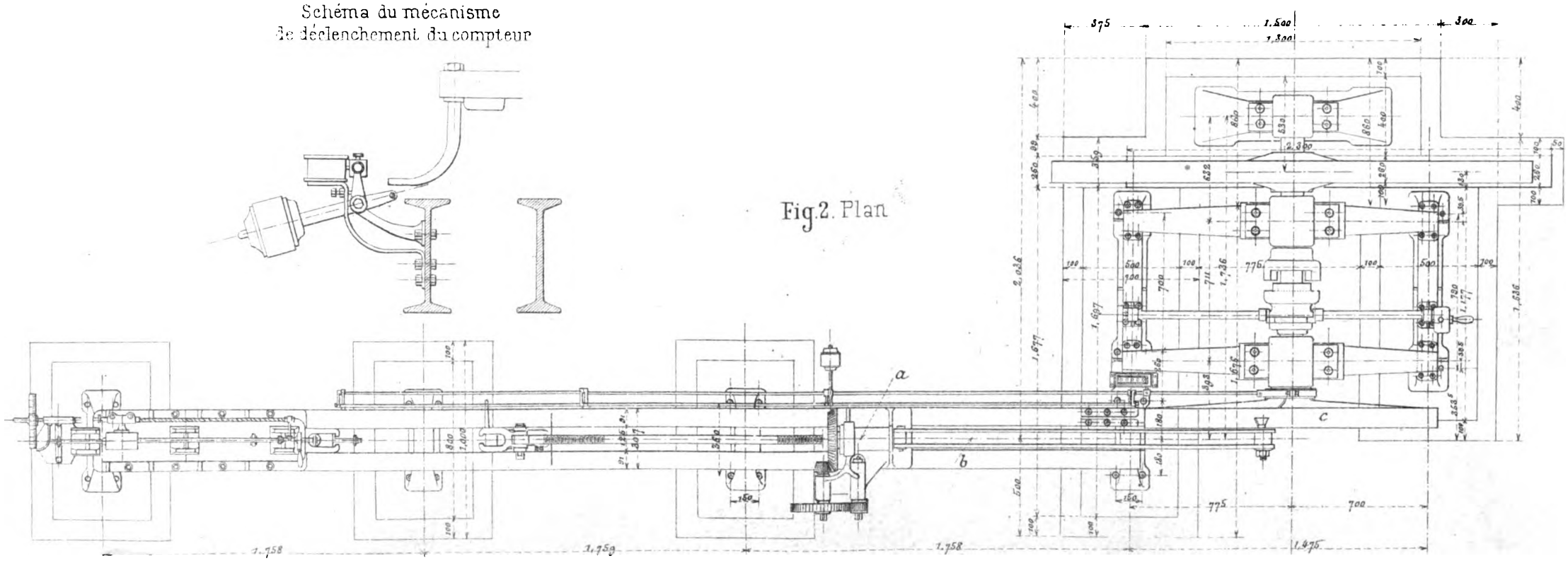


Fig. 2. Plan

(2100) Autr. A. Goupil. 10, Rue Berg St Paris. Paris

Digitized by Google

Digitized by Google

LE GÉNIE CIVIL.

Supplément au GÉNIE CIVIL du 19 Sept. 1908

ATELIERS DE MENUISERIE DE LA NOUVELLE USINE

de la Maschinenfabrik d'Augsbourg et de la Maschinenbaugesellschaft de Nuremberg réunies.

Fig. 1. Coupe longitudinale suivant **AB**

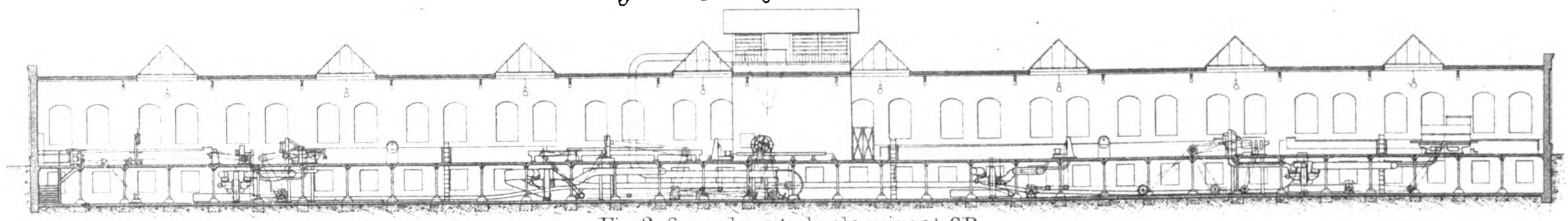


Fig. 2. Coupe longitudinale suivant CD

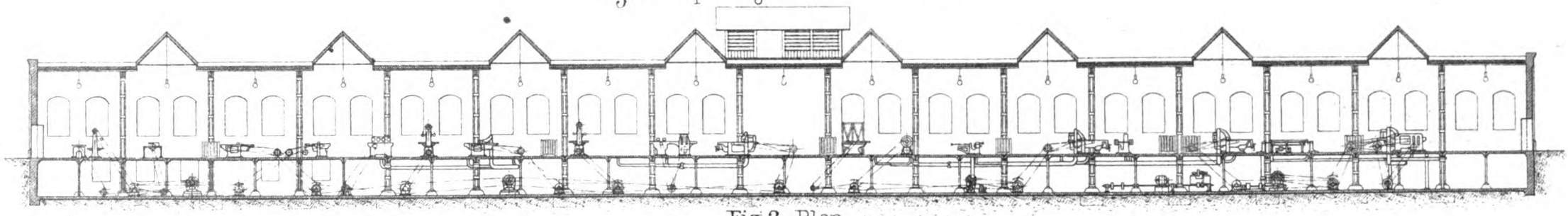
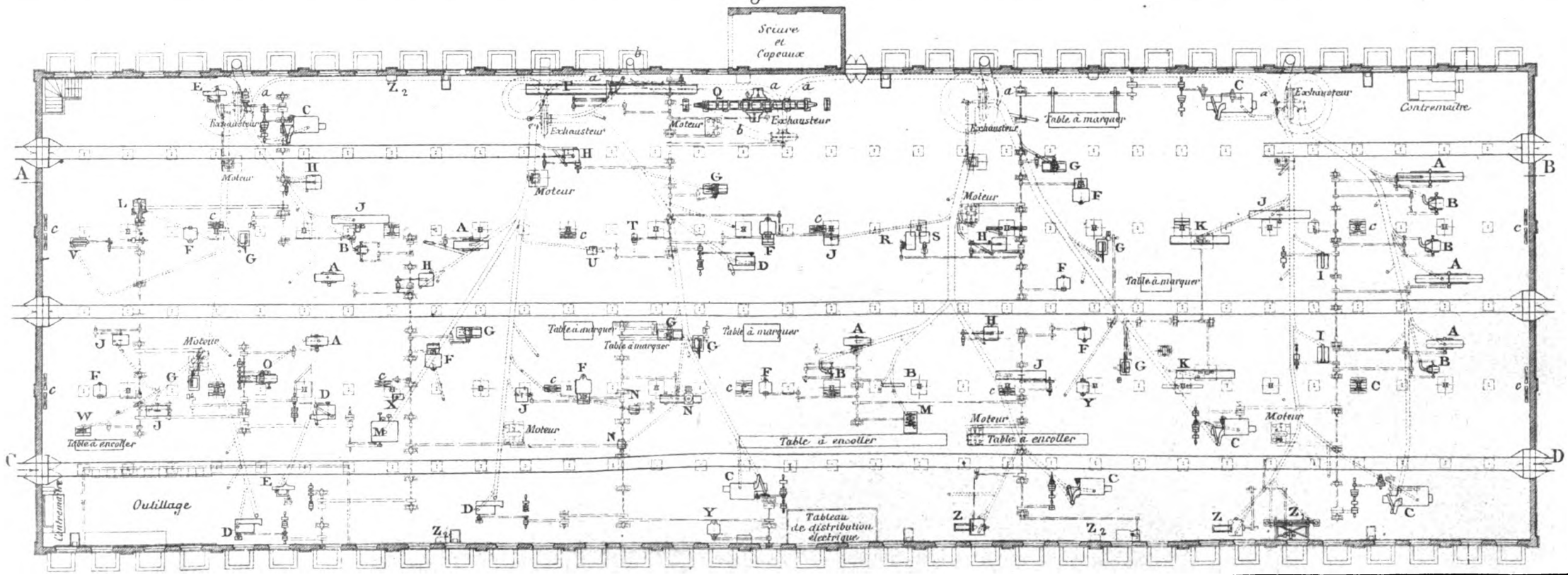


Fig. 3. Plan.



(2344) Aub. A. Quantin, imp. Paris-St-Denis, Paris

Digitized by Google

Digitized by Google

PONT SUR LE RUPNARAYAN (Indes Anglaises)

Fig.1. Elévation du Pont et Coupe du terrain

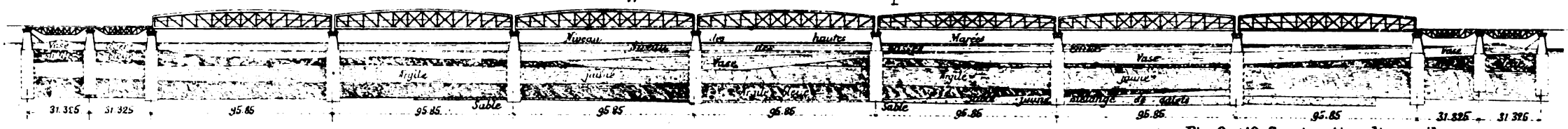


Fig.2,3 et 4. Construction des Caissons 2, 3 et 4 par flottage sur bateaux

Fig.2. Coupe longitudinale

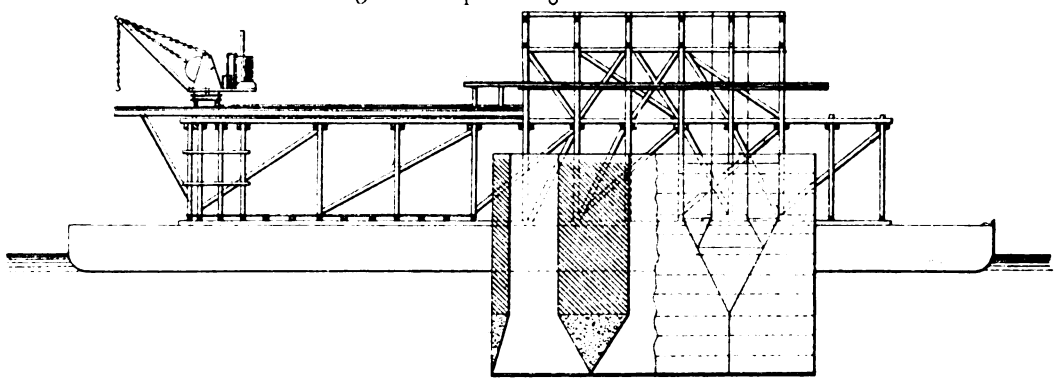


Fig.3. Coupe suivant MM

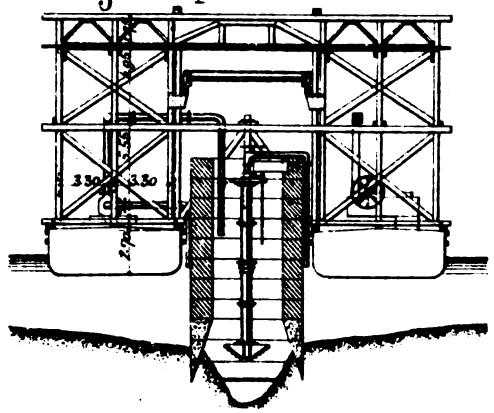


Fig.4. Plan

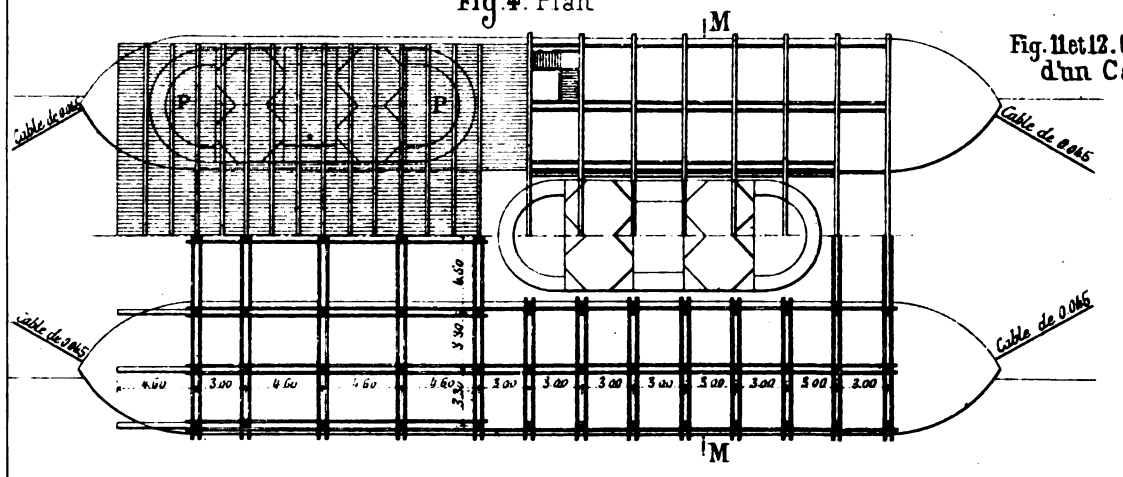


Fig.5 et 6. Caissons N°s 2.3.4.

Fig.5. Elévation en bout

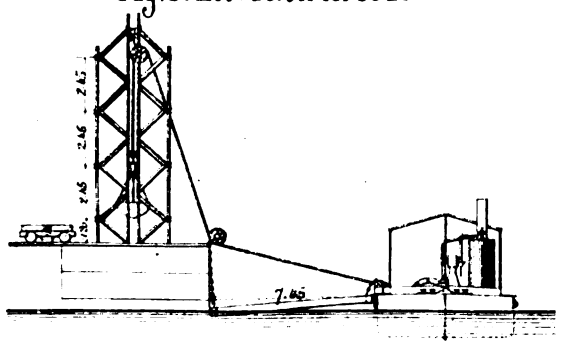


Fig.6. Elévation latérale

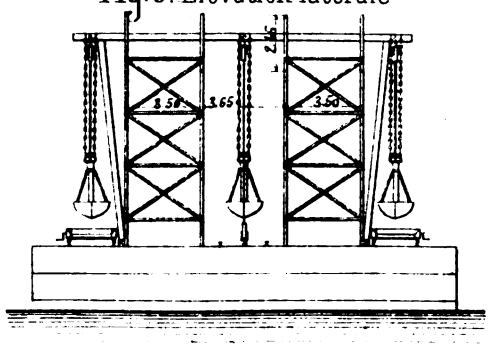


Fig.11 et 12. Construction d'un Caisson.

Fig.11. Coupe longitudinale

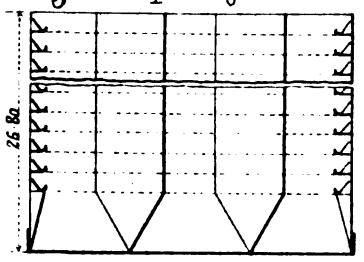


Fig.12 Plan

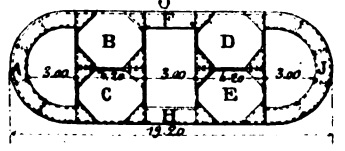
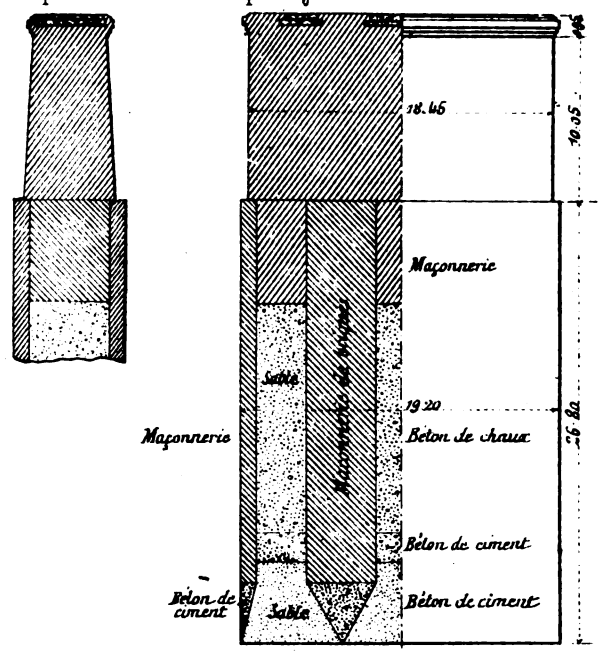


Fig.9 et 10. Construction d'une pile.

Fig.9

Fig.10. Coupe transversle ½ Coupe longitudinale ½ Elevation latérale



½ Plan du Caisson ½ Plan inférieur

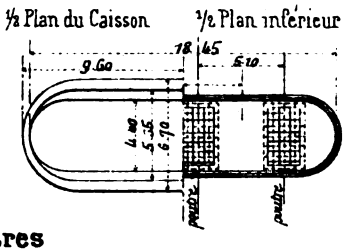


Fig.7 et 8. Montage des Poutres

Fig.7. Elévation latérale

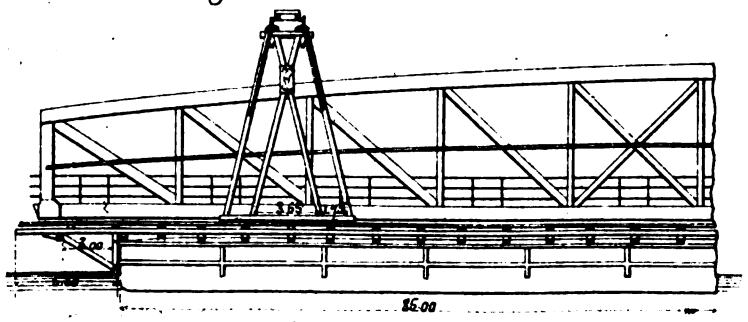
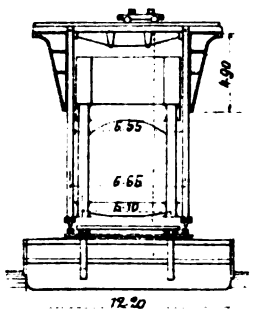


Fig.8. Elévation en bout



(2445). Auto. A. Gentil, 188, Bld St Denis, Paris.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

LE PAQUEBOT "KAISER WILHEM II" DU NORDDEUTSCHER LLOYD

Fig. 1. Coupe longitudinale

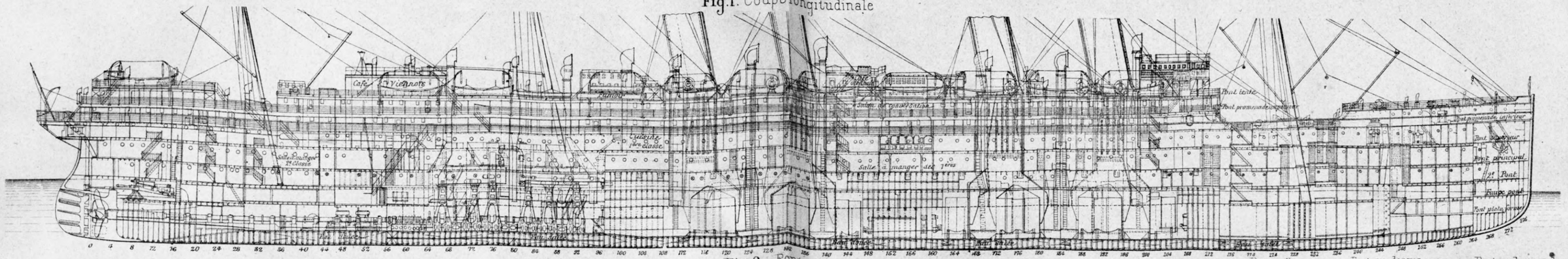


Fig. 2. Pont tente

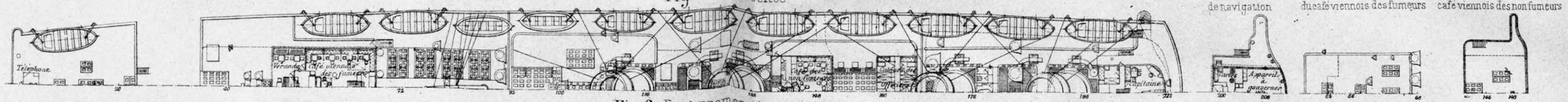


Fig. 3. Pont promenade supérieur

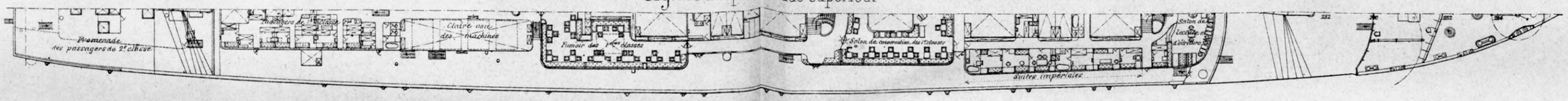


Fig. 4. Pont promenade inférieur

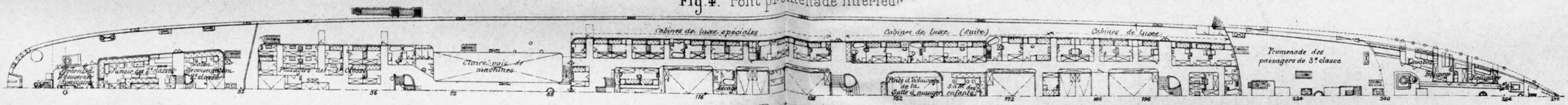


Fig. 5. Pont supérieur

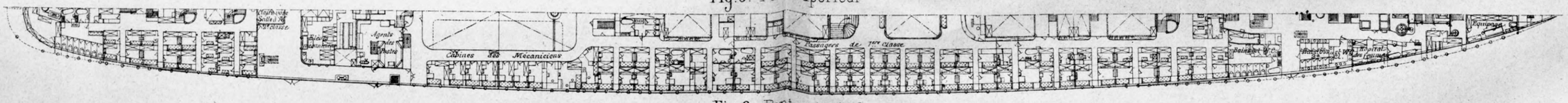


Fig. 6. Pont principal

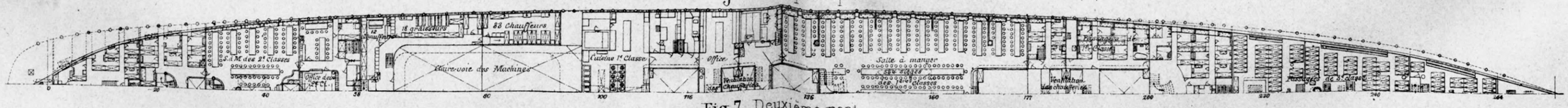


Fig. 7. Deuxième pont

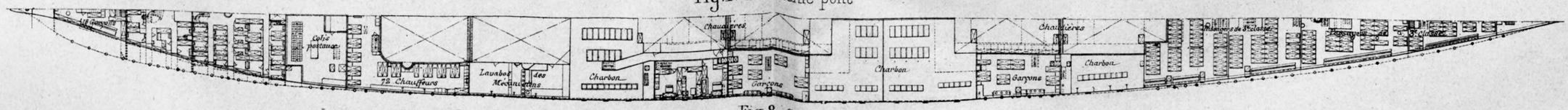
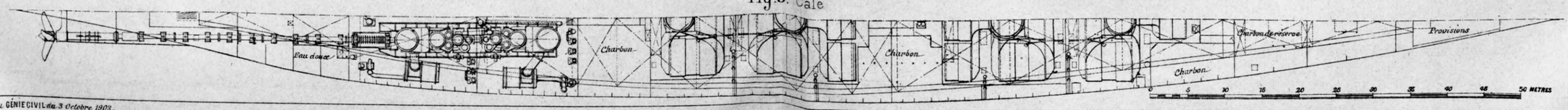


Fig. 8. Cale



(2345) Auto. A. Gentil, rue Paul 57 Denis Paris

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

MACHINES MOTRICES DU PAQUEBOT TRANSATLANTIQUE 'KAISER WILHELM II'

Fig. 3. Vue par bout

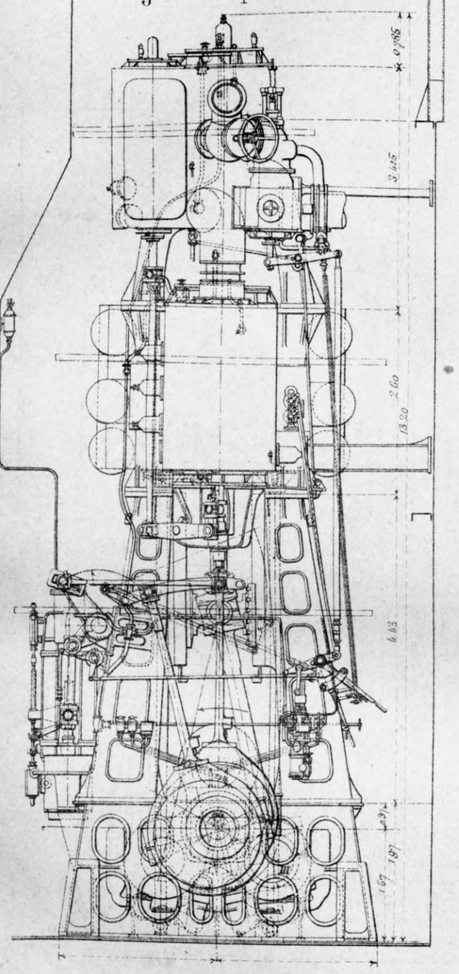


Fig. 1. Elevation

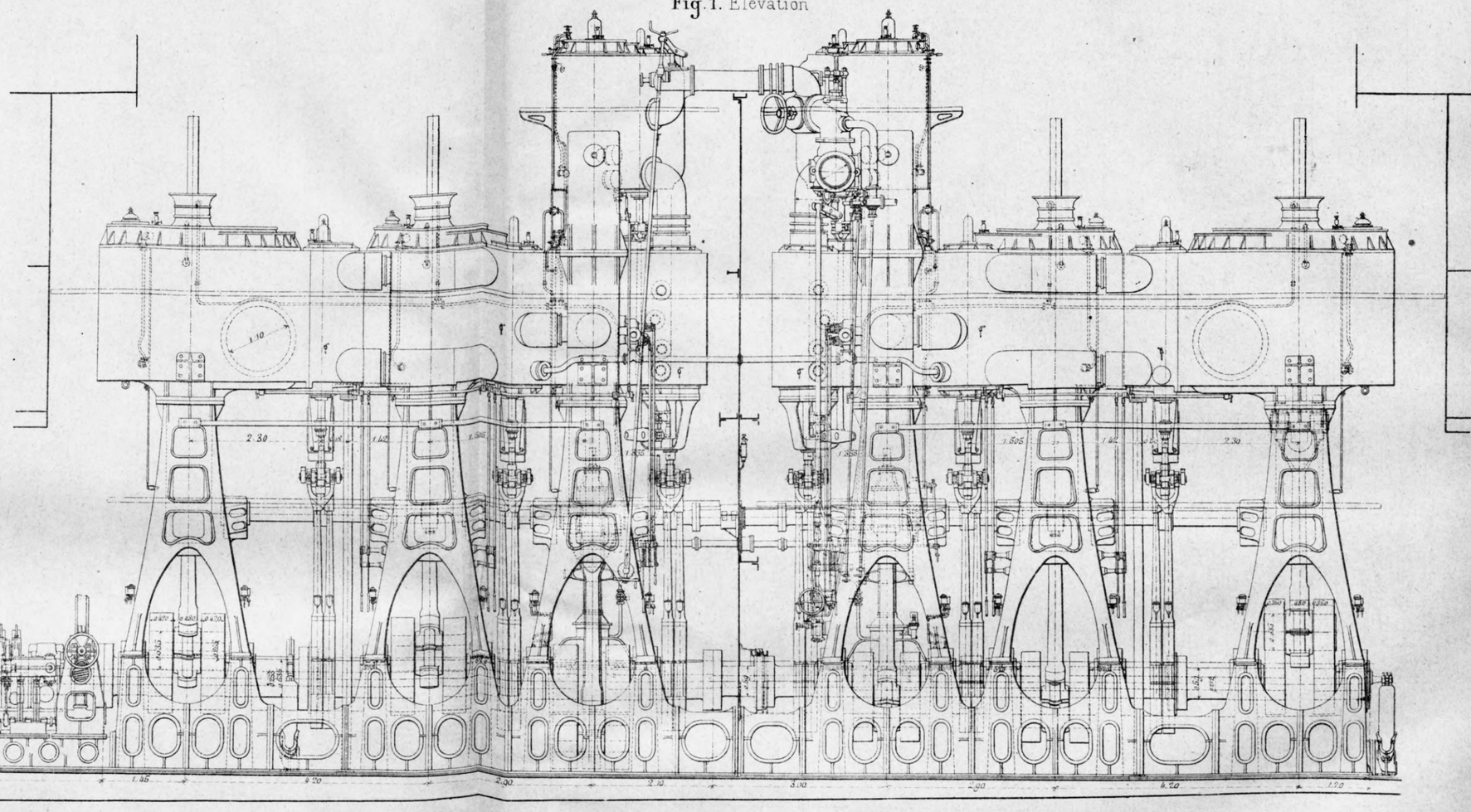
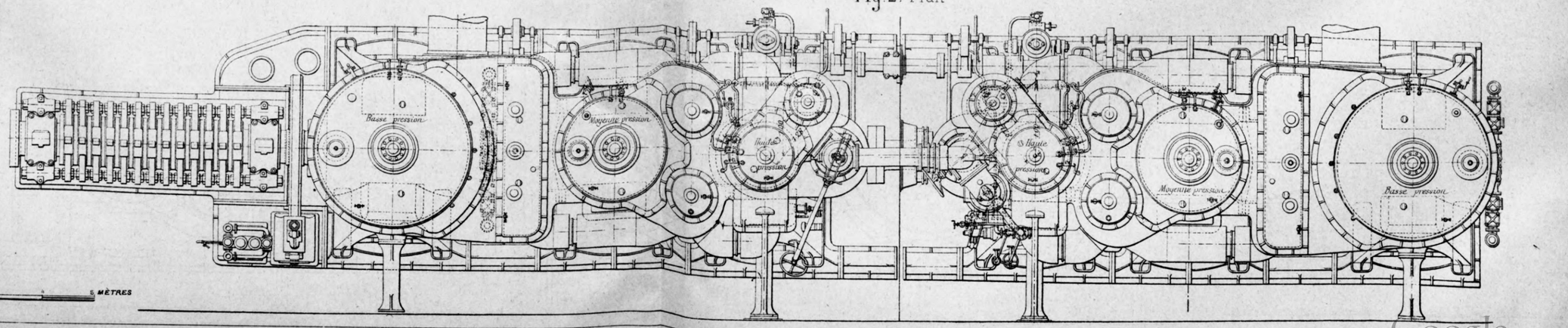


Fig. 2. Plan



Digitized by Google

[2426] Auto. A. Combil, 188, Faubg St. Denis Paris.

Digitized by Google

Digitized by Google

BARRAGE D'ASSOUAN, SUR LE NIL

Fig.1. Coupe du barrage dans la partie pleine

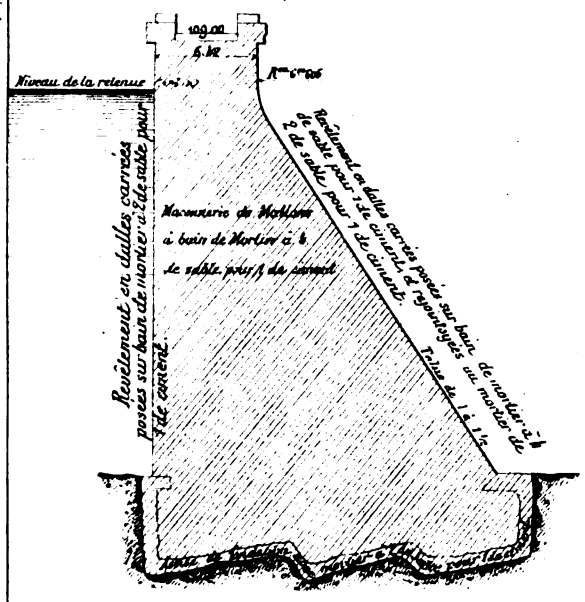


Fig.2. Coupe longitudinale d'une ouverture avec revêtement en fonte

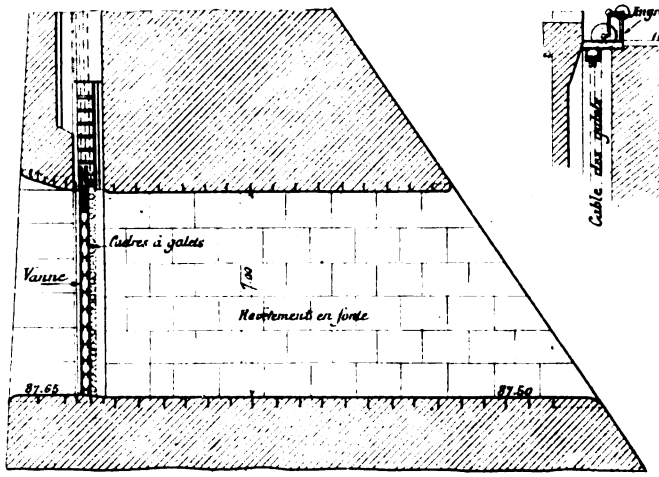


Fig.3 et 4, Coupes du barrage sur une vanne

Fig.3. Coupe transversale.

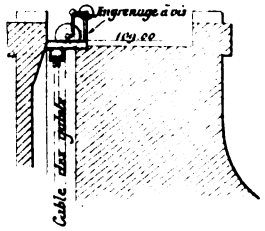


Fig.4. Coupe longitudinale.

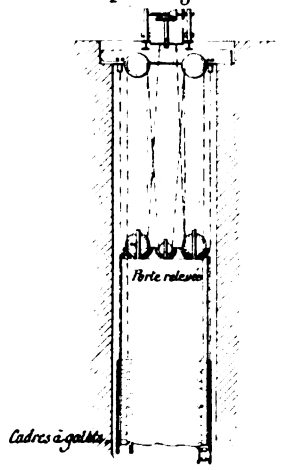


Fig.5 Coupe horizontale à travers le puits des vannes.

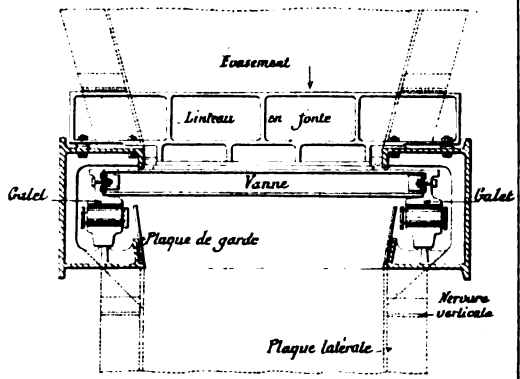
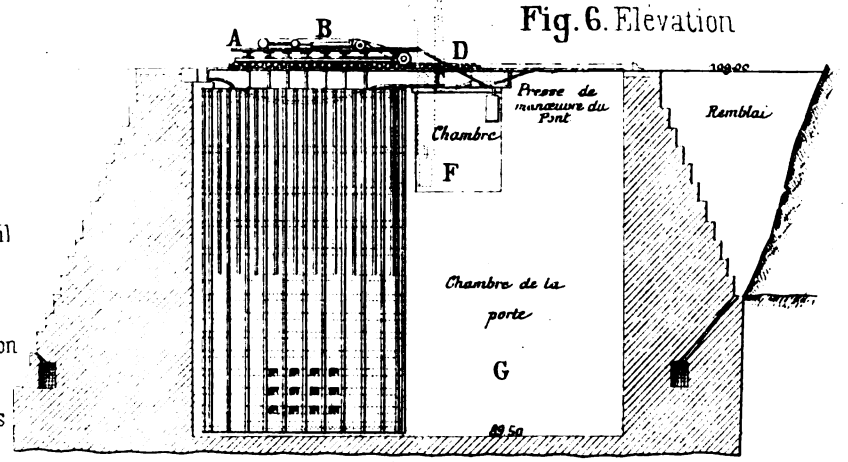


Fig.6 et 7. Dispositions générales des portes d'écluses.

Fig.6. Elévation



Légende

- **A.** Plateforme de manœuvre supportant le vantail.
- **B.** Presses de commande du déplacement du vantail
- **C.** Poutres fixes donnant passage aux galets
- **D.** Conduite d'eau sous pression
- **E.** Pont levis relevé.
- **F.** Contrepoids du pont levis
- **G.** Chambre de la porte

Fig.7. Plan de la Chambre

(la plateforme et les galets sont supposés enlevés)

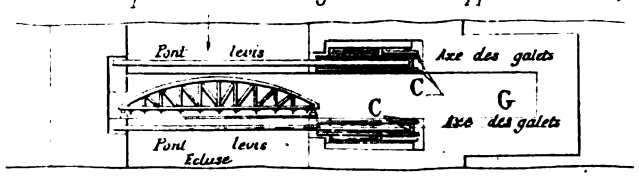
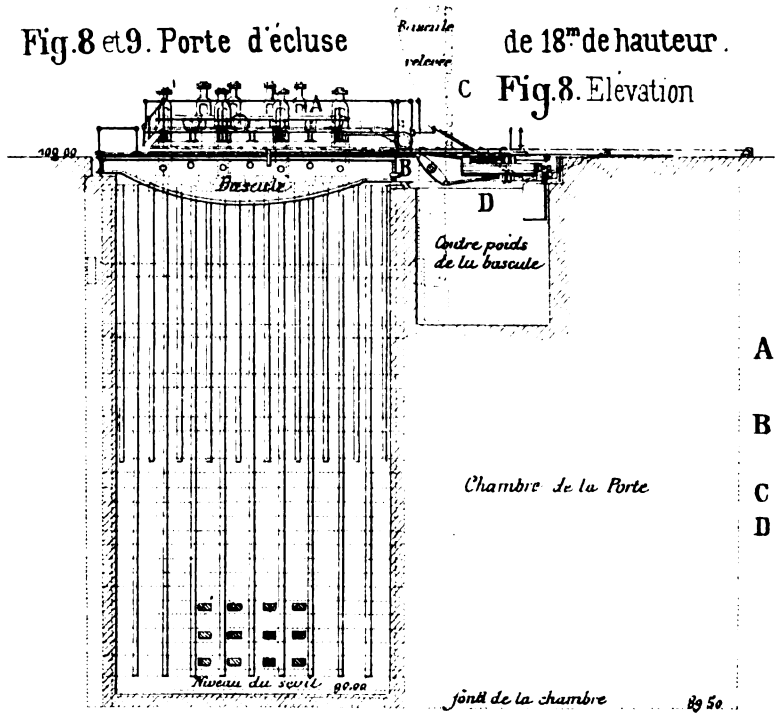


Fig.8 et 9. Porte d'écluse de 18m de hauteur.

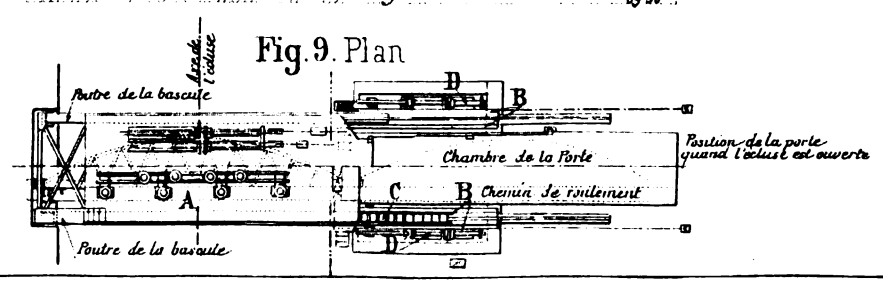
Fig.8. Elevation



Légende

- **A** Plateforme roulante supportant la porte
- **B** Poutres fixes portant les pivots de basculement
- **C** Rouleaux
- **D** Presses de bascule placées sur les poutres fixes

Fig.9. Plan



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

CAISSON A AIR COMPRIMÉ POUR LA CONSTRUCTION DE NOUVELLES CALES SÈCHES

au port de Kiel

Fig. 1. Coupe longitudinale du grand caisson par AB

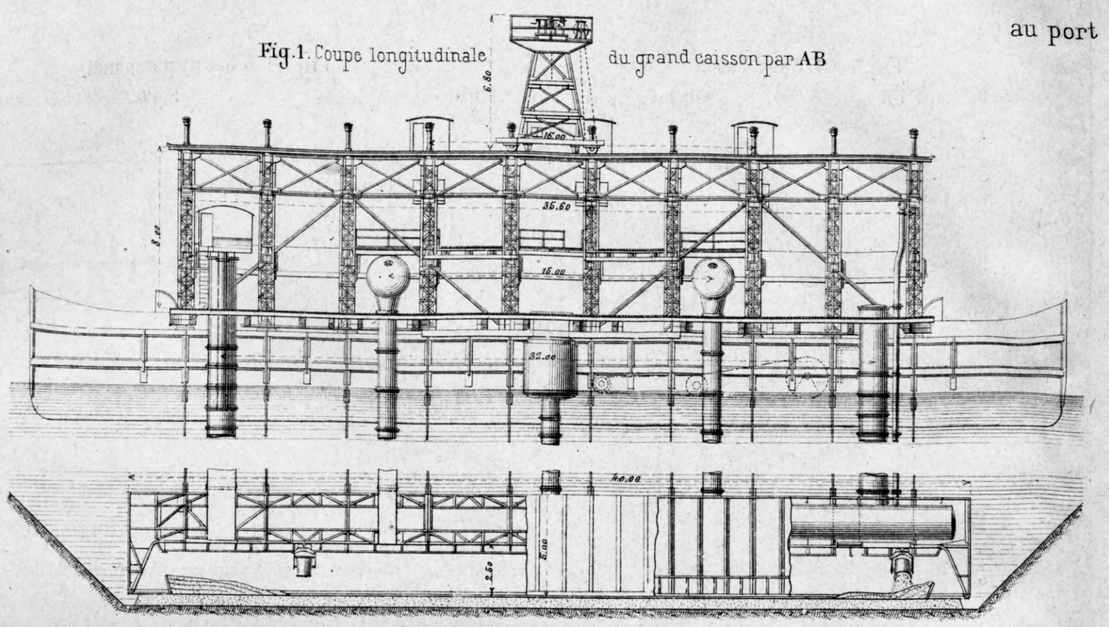


Fig. 2. Plan du caisson

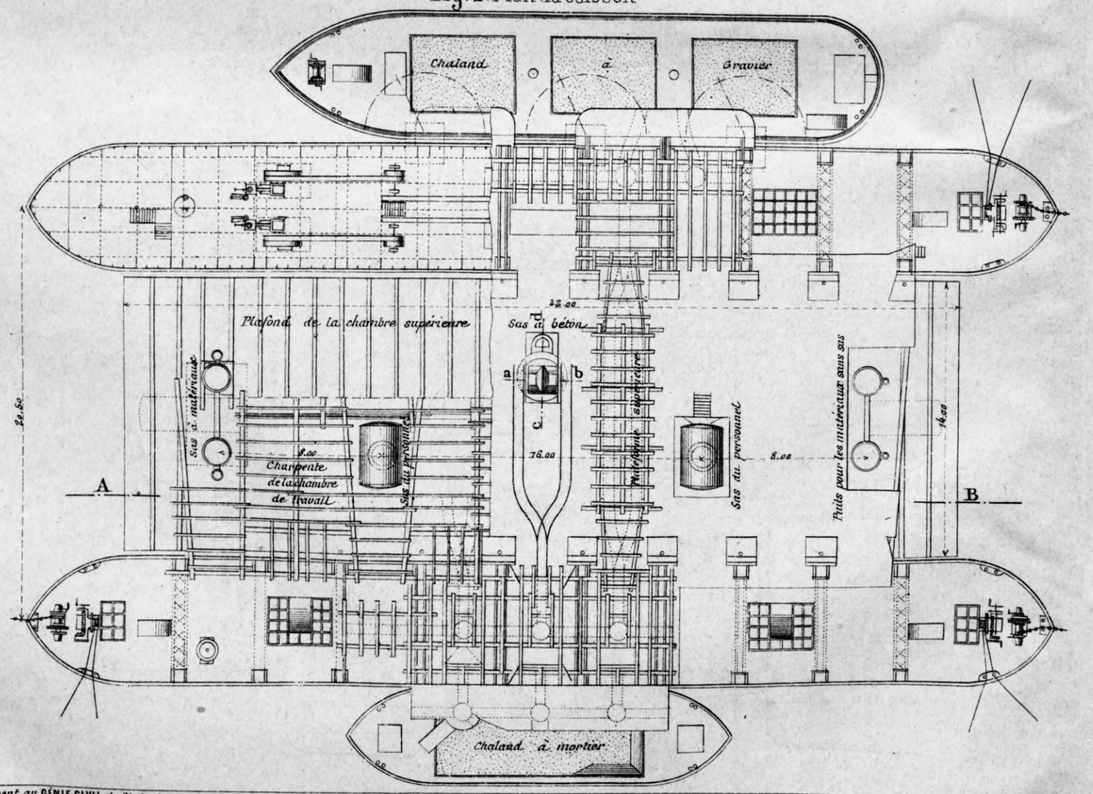


Fig. 3 et 4. Sas à béton

Fig. 3. Coupe cd

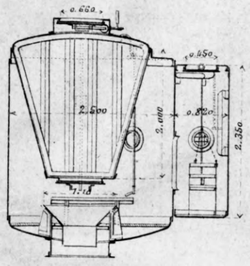


Fig. 4. Coupe ab

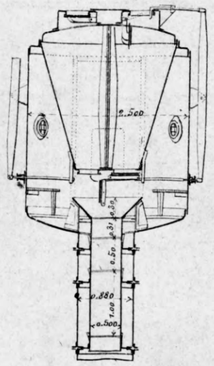


Fig. 5 et 6. Sas du personnel

Fig. 5. Coupe transversale

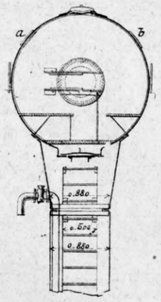


Fig. 6. Coupe longitudinale

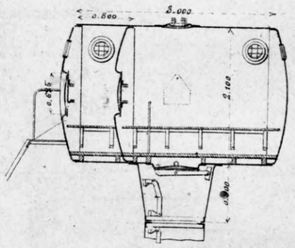


Fig. 7. Disposition des tirants et des vérins

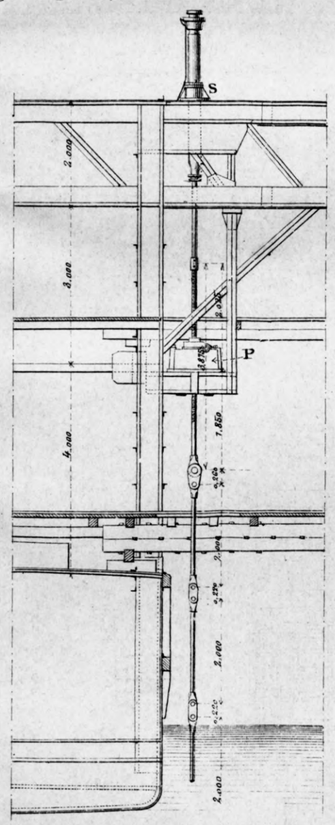
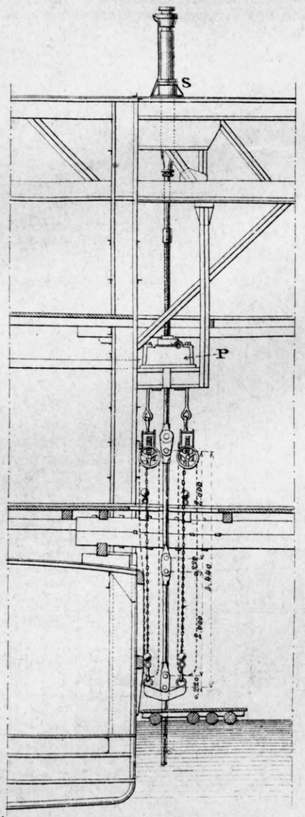


Fig. 8. Amarrage des tirants pour le changement des tiges



(2812) Auto. A. Gentil, 188, Faub.g St-Denis, Paris.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

PONT DE FRANS SUR LA SAÔNE, A VILLEFRANCHE

Fig. 1. Elévation générale du pont

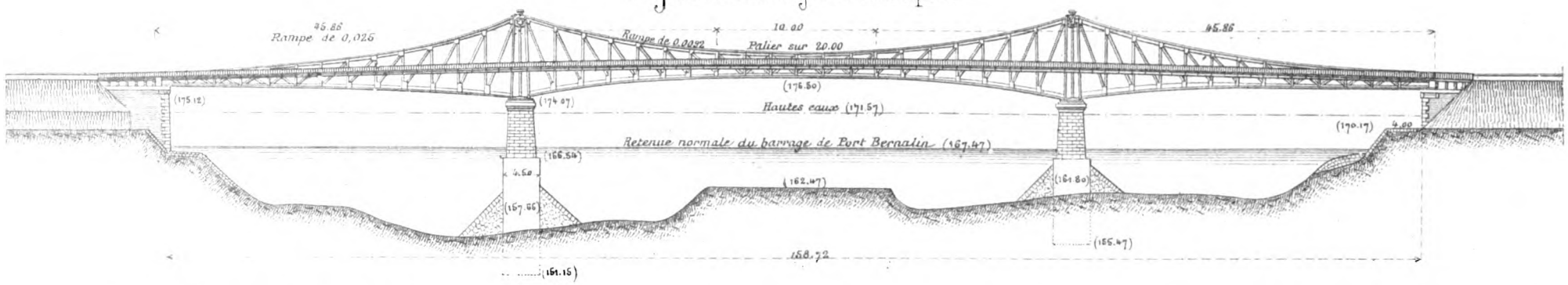


Fig. 2 et 3. Elévations partielles

Fig. 2. Elévation vers la pile

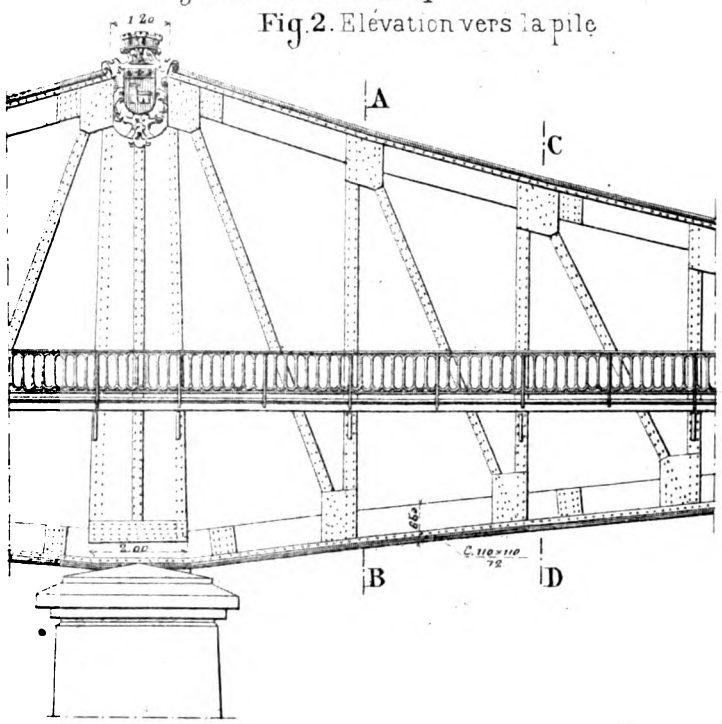


Fig. 3. Elévation vers la culée

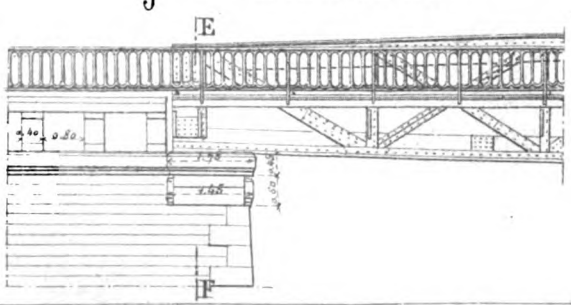


Fig. 4. Demi-coupe suivant AB

Fig. 5. Demi-coupe sur la pile

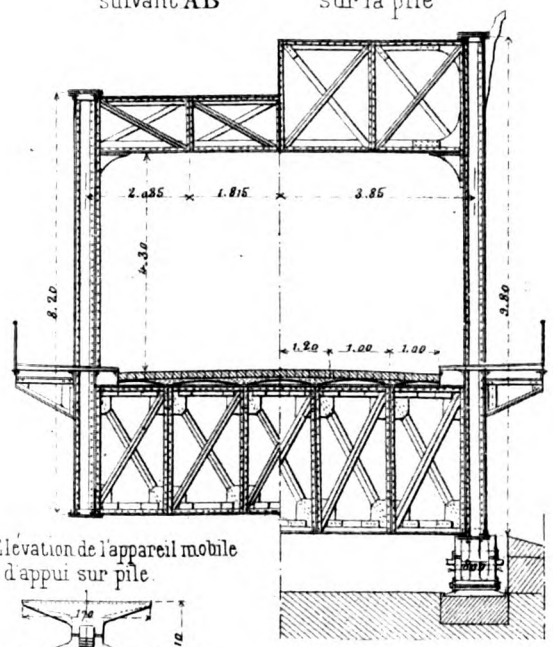


Fig. 6. Elévation de l'appareil mobile d'appui sur pile

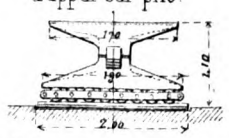


Fig. 7. Demi-coupe suivant EF

Fig. 8. Demi coupe suivant CD.

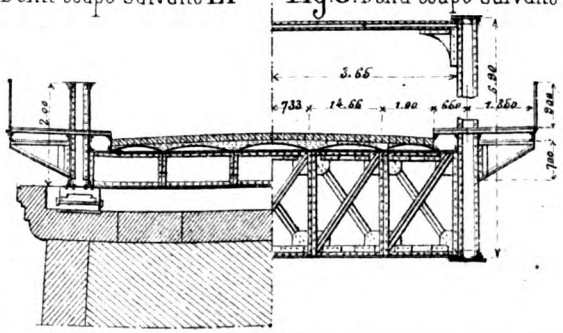


Fig. 9, 10, 11 et 12. Lançage d'une travée de rive

Fig. 9. Position initiale du bateau

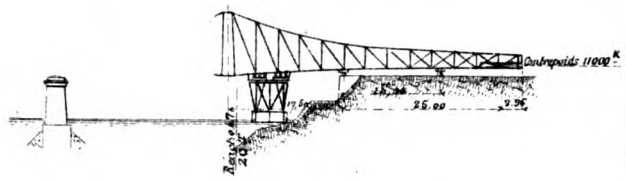


Fig. 10. Position intermédiaire

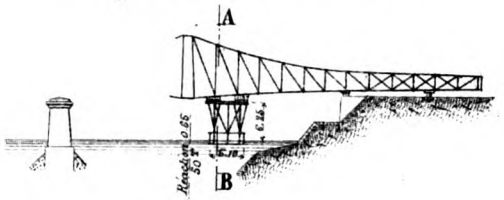


Fig. 11. Coupe AB

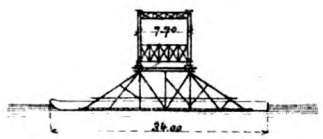
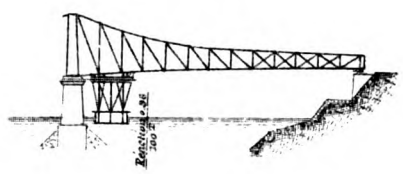


Fig. 12. Position finale



Digitized by Google

Digitized by Google

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 08462 2953

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google